

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

佳作

080313

謎樣雪山—東北角潮間帶雪山寶螺 *Cypraea*
caputserpentis 之觀察與研究

學校名稱：基隆市中正區八斗國民小學

作者： 小六 黃嘉芊 小六 簡恩旋	指導老師： 陳昇祿 林育任
-------------------------	---------------------

關鍵詞：雪山寶螺、潮間帶、海浪沖擊

摘要

我們的研究以東北角潮境與蝙蝠洞潮間帶為觀查地點，針對寶螺進行將近兩年的調查，除了調查出寶螺種類，更以數量最多的雪山寶螺為主題，進行數量、體長、護卵的資料蒐集，在體長資料的分析中，發現潮間帶的雪山寶螺並沒有明顯成長的跡象。另外也意外發現海溝兩側雪山寶螺數量的差異後，設計海浪沖擊實驗，實驗結果與野外狀況相吻合，雪山寶螺較不容易面向浪。再利用此海浪模組，設計漲退潮實驗，發現雪山寶螺在藻類充足下，並不會隨意離開岩塊。

接著利用不同季節的飼養結果(無成長)、卵堆出現狀況(一年四季)、母螺護卵時的體長(2.1~3.5cm)，推測雪山寶螺應是陸續進到潮間帶，陸續產卵，以達分散風險，且進到潮間帶的雪山寶螺應該已經達到成熟狀態。

壹、研究動機

經常到學校附近潮間帶玩耍的我們，從未注意到海邊有那麼漂亮的生物—寶螺，牠們有著獨特的外套膜讓自己的殼更光亮，這是個很有意思的生物，但我們對牠們的認識卻相當有限，於是我們決定展開一系列對寶螺的觀察與研究，希望可以對這種生物的生態有更完整的了解。

貳、研究目的

- 一、想知道潮境潮間帶寶螺種類、外觀特徵與棲息環境？
- 二、想知道寶螺白天與夜晚的活動狀況？及光線對牠們的影響？
- 三、想知道寶螺的攝食狀況？
- 四、想知道潮間帶寶螺的成長狀況(並以雪山寶螺擴增研究)？
- 五、想知道整年度各種寶螺出現狀況(潮境與蝙蝠洞)？
- 六、想了解雪山寶螺的繁殖狀況？
- 七、想知道不同環境地形對雪山寶螺棲息的影響？
- 八、想知道海浪沖擊對雪山寶螺棲息的影響？
- 九、想知道漲退潮對雪山寶螺活動的影響？
- 十、想知道寶螺與寄居蟹的關係？

參、研究設備及器材

- 一、實驗室飼養(30公分水族箱數組、檯燈、海水大水箱等)
- 二、攝影實驗組(攝影機、相機、腳架)
- 三、體長實驗組(游標尺、培養皿、淺盤子)
- 四、放大工具組(顯微鏡、放大鏡…)
- 五、野外調查採集(水桶、小塑膠盒)
- 六、海浪沖擊與漲退潮實驗(3呎魚缸*2、馬達*3、造浪塑膠盒數個、定時器*2、水管)

肆、研究過程、方法、研究結果及討論

研究一、想知道潮間帶寶螺種類、外觀特徵與棲息環境？

(一) 方法：1. 野外踏查、記錄--拍照後，回實驗室透過圖片比對。研究前半年在潮境潮間帶

進行全面性調查，記錄所有出現的寶螺種類與棲息環境，之後一年多則鎖定穩定出現種類進行各項實驗與調查。

2. 107/6 開始，加入了 10 公里外的另一個潮間帶的調查(蝙蝠洞潮間帶)，希望透過不同區域的長期調查，更了解寶螺的棲息與出現狀況。

3. 每個月會有兩次較大的退潮(農曆初一、十五附近)(夏、冬才會有-50 以上大退潮，春、秋則沒有)，我們在這兩次大退潮會分別到潮境與蝙蝠洞進行寶螺數量與體長的調查。



圖 1-1:研究區域地理位置圖



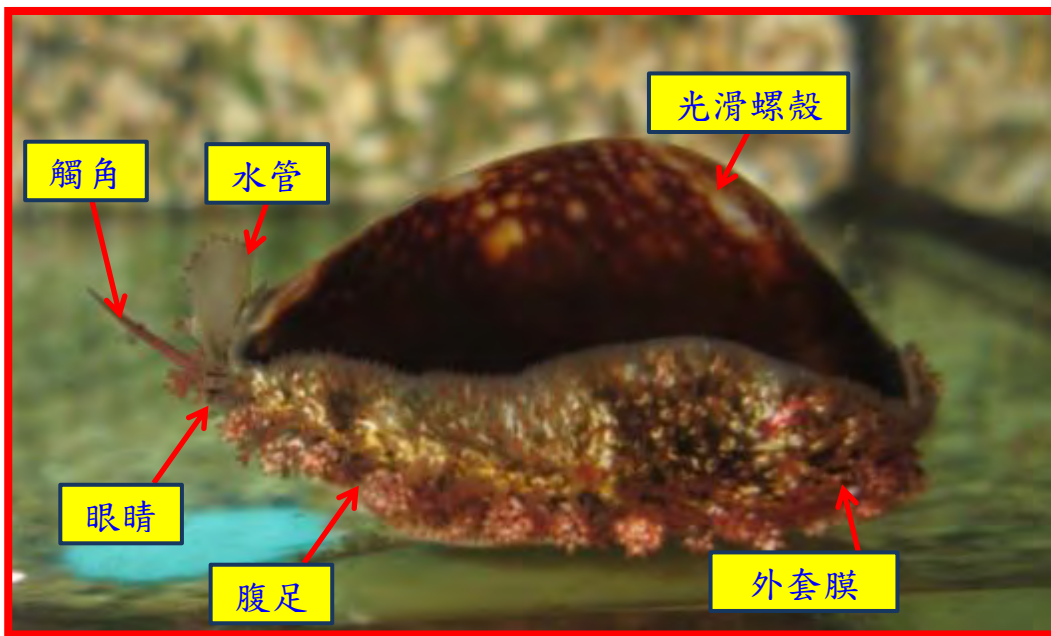
圖 1-2: 潮境潮間帶寶螺調查區域劃分(研究初期 105/8~105/10)



圖 1-3: 潮境潮間帶雪山寶螺調查區域(中後期確定位置 105/11~107/6)





圖 1-4：蝙蝠洞潮間帶雪山寶螺調查區域(中後期 106/6~107/6)
 (二) 結果 1：圖 1-5 寶螺基本外觀說明(雪山寶螺)









(二)結果 2：表 1-1 潮境潮間帶各類寶螺外觀比較





種類 項目	阿拉伯寶螺 <i>Cypraea arabica</i>	白星寶螺 <i>Cypraea vitellus</i>	雪山寶螺 <i>Cypraea caputserpentis</i>	腰斑寶螺 <i>Cypraea erosa</i>	愛龍寶螺 <i>Cypraea errones</i>
外觀	 1cm	 1cm	 1cm	 1cm	 1cm
外套膜型態					
殼長約(cm)	7	4	3.4	3.2	2.8
螺殼顏色/ 斑紋	褐色細條紋	褐色有白斑	褐色有白斑、 前後大白斑	乳白有白斑、 邊緣一褐斑	黃褐色有褐色 碎斑
外套膜	灰黑色有肉棘	黑色有黃肉棘	紅褐密布肉棘	灰褐有大肉棘	黃灰有肉棘
觸角顏色	黑	黑	紅褐	紅褐	橘黃

種類 項目	紅花寶螺 <i>Cypraea helvola</i>	黃寶螺 <i>Cypraea moneta</i>	金環寶螺 <i>Cypraea annulus</i>	白貓寶螺 <i>Cypraea listeri</i>	銀絲寶螺 <i>Cypraea clandestina</i>
外觀	 1cm	 1cm	 1cm	 0.5cm	 0.5cm
外套膜型態					
殼長約(cm)	2.3	2.5	2.5	1.2	1.2
螺殼顏色/ 斑紋	紅褐色有白斑	乳黃色	白色及金色環	灰褐有褐色碎斑	紅褐有細條紋
外套膜	橘紅多肉棘	黑色有黃肉棘	灰黑有細肉棘	橘紅少肉棘	黑色少白肉棘
觸角顏色	橘紅	淡黃	淡黃	黃褐	黑

項目 種類	外觀	外套膜型態	殼長約(cm)	螺殼顏色/ 斑紋	外套膜	觸角顏色
阿拉伯寶螺幼貝 <i>Cypraea arabica</i>	 1.0 cm		4.2	深褐色粗橫紋	灰黑色有肉棘	灰黑

(二)結果 3：表 1-2 各類寶螺棲息環境說明

棲息環境	
阿拉伯寶螺 	白星寶螺 
低潮帶潮池海溝夜晚出來覓食	常棲息在低潮帶的石縫之間
雪山寶螺 	腰斑寶螺 
退潮便縮在石縫、石洞或藻類之間(多)	潮池的珊瑚礁岩下是牠們常棲息的地方
愛龍寶螺 	紅花寶螺 
低潮帶潮池珊瑚礁岩下	低潮帶珊瑚礁岩下

 <p>黃寶螺</p>	 <p>金環寶螺</p>
<p>低潮帶潮池偶爾見到牠們爬出來覓食(少)</p>	<p>低潮帶潮池或岩塊石縫可以發現牠們</p>
 <p>白貓寶螺</p>	 <p>銀絲寶螺</p>
<p>低潮帶潮池珊瑚礁岩下(少)</p>	<p>低潮帶潮池石縫或石塊下(極少)</p>

(三)發現與討論 1：1.我們從 105 年 8 月開始在這些區域進行調查，但一直到 11 月中，我們調查到的寶螺數量寥寥無幾，我們只在 G 區發現 2 隻愛龍 1 隻金環寶螺(翻石頭)，F 區域發現 1 隻愛龍寶螺(翻石頭)。這個結果讓我們懷疑是否該往更靠海的區域調查？於是我們在 11 月開始挑選大退潮的時間(潮高-50 以下)去調查，並重新劃分調查範圍。

2. 經過幾次夜間大退潮調查，我們發現雪山寶螺幾乎都在低潮帶與亞潮帶交接近，也就是紅藻跟綠藻重疊的範圍出現，數量非常可觀，金環寶螺雖然也會在類似區域出現，但數量少很多，至於其他類的寶螺也都是在低潮帶接近亞潮帶附近，有些必須翻石塊才容易找到。

3. 每種寶螺的螺殼斑紋都有些差異，加上外套膜的不同，讓每種寶螺都有牠獨特的地方，有些可能跟牠棲息環境有關。我們也針對調查的寶螺種類，設計螺殼與活體的檢索表，提供有興趣的同好可以做初步的辨識。(附件一)

4. 牠們的棲息區域在一般退潮(潮高-30cm)是很難觀察的，大概都要在潮高-45~-60cm 之間才比較能到那些區域觀察。

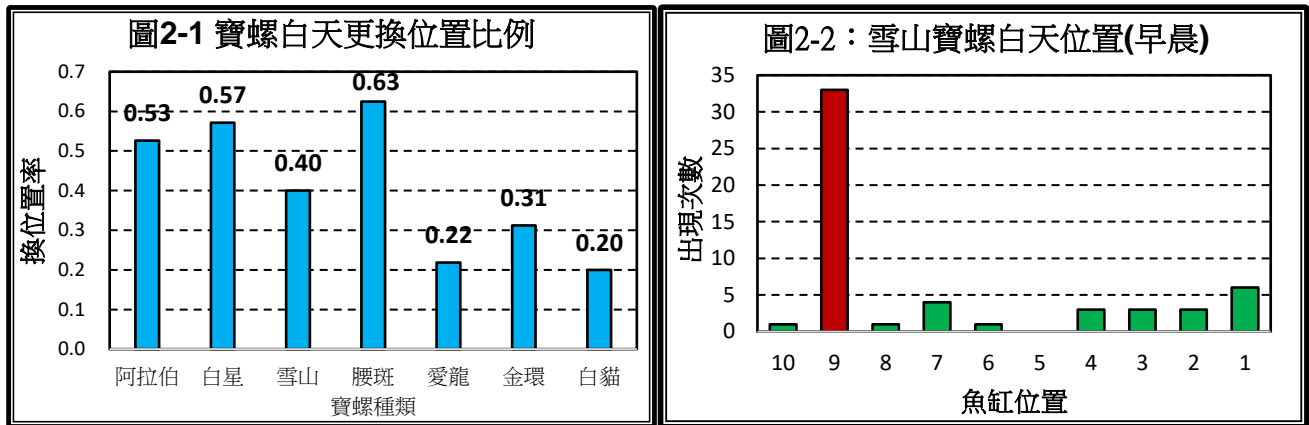
研究二、想知道寶螺白天與夜晚的活動狀況？及光線對牠們的影響？

※動機：書本上提到一般寶螺是夜行性(陳揚文/2011)，我們也想知道學校附近的寶螺是否也是有相似的狀況。

(一) 方法 1：魚缸飼養，標出 10 個不同位置，長期記錄在「白天」時寶螺位置的變化。

	
<p>◎ 設定魚缸中的十個位置</p>	<p>◎ 每天在不同時間記錄牠們的位置</p>

(二) 結果 1：我們發現，大部份寶螺白天幾乎是不動的，不會一直爬來爬去，但牠們可能會更換位置，每天超過六成都會換位置。而白貓、愛龍在白天幾乎不太換位置。(圖 2-1)



2.以雪山寶螺為例，一早的記錄，牠們大多是停在石塊下(9號位置)圖 2-2

(三) 發現與討論 1：1.寶螺在白天會偶爾更換位置，可能受到驚擾、或許陽光照到。(圖 2-1)

2.較大型的阿拉伯、白星換位置情況還蠻明顯的，或許是我們的魚缸對牠們來說小了點，讓牠們沒法找到適合的躲藏地吧！

3.雪山寶螺白天並不會有太明顯移動，整個白天待在石頭底部(編號 9)的次數最高(有 12 天)，其他狀態大多只有一天或兩天，看起來應該是會試著隱藏自己。

(四) 方法 2：為了瞭解寶螺夜間的活動狀況，我們在夜間時點上微亮的光，並架設攝影機長時間拍攝，隔天透過影片瀏覽，再計算各個寶螺的夜間活動率(活動時間/夜間總時間)。

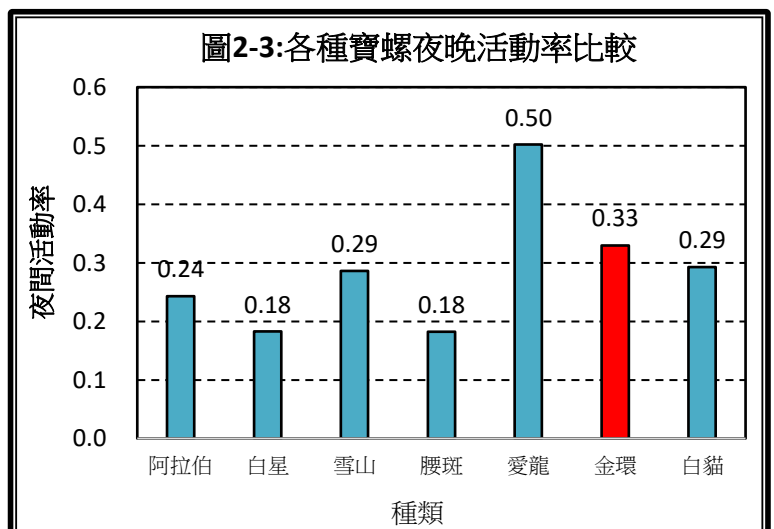


(五) 結果 2：每種寶螺夜間至少都有 2.5 小時以上在爬行。

(六) 發現與討論 2：每種寶螺夜間活動量並不太一樣，以愛龍的活動時間特別久，夜晚超過五成的時間(將近六個小時)都在移動。

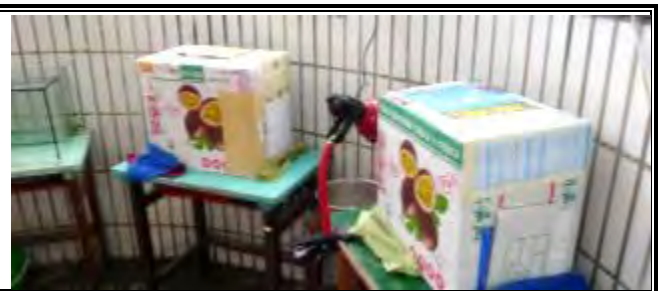
※疑問：白天寶螺都不動，是因光的關係嗎？如果讓光線消失，寶螺會開始移動嗎？

(七) 方法 3: 白天時，先記錄寶螺實驗種類的位置及外套膜狀態，接著利用大箱子小心蓋上，並用抹布圍住邊緣，使光線完全不會進入，每隔一個鐘頭翻開一小縫觀察寶螺位置與外套膜狀態。





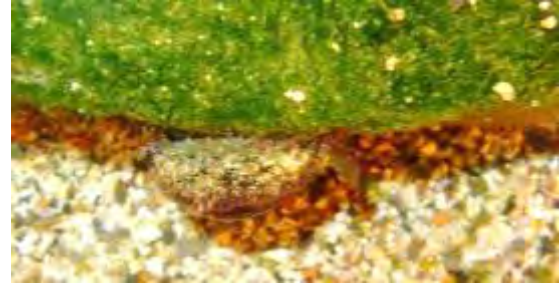
◎ 記錄完後用箱子蓋住魚缸



◎ 同時兩組一起進行



◎ 一小時後金環寶螺爬行且外套膜伸出來



◎ 蓋箱子的雪山寶螺伸出外套膜並改變位置

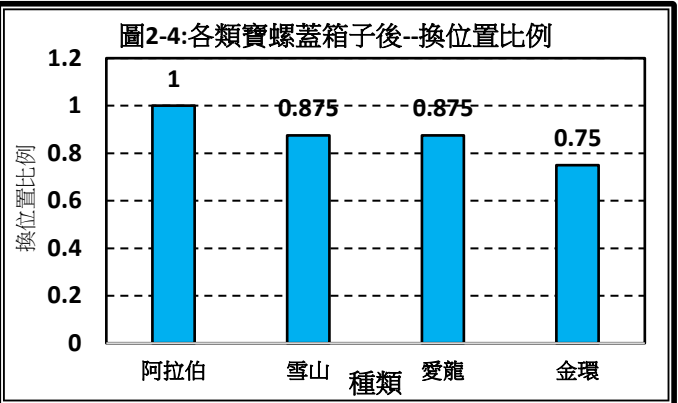
(八) 結果 3:如圖 2-4

(九) 發現與討論 3：1.實驗的四個種類在蓋箱子後，光線消失了，會換位置的比例非常高，是不是蓋箱子後讓牠們以為已經天黑了，可以開始出去覓食了呢？

2.由此實驗可知，寶螺對於光線蠻敏感的，難怪牠們都是晚上才出來覓食。

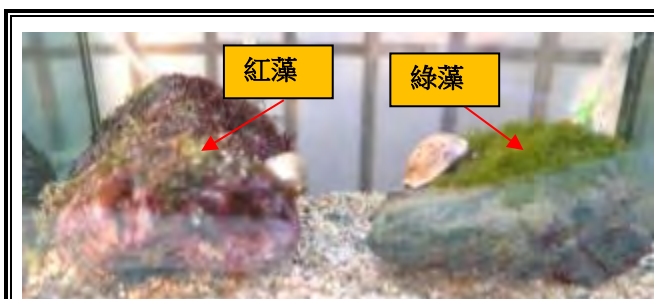
4.寶螺在爬行時，大部分都會伸出外套膜，讓自己跟周圍的環境更相容。

※ 疑問：這些寶螺如果是夜晚出來覓食，是吃甚麼呢？

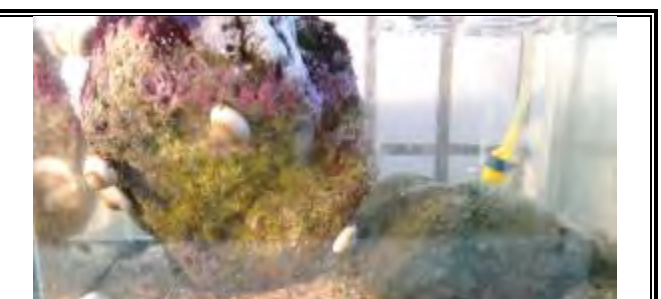


研究三、想知道寶螺的攝食狀況？

(一)方法 1：我們在每個種類的魚缸中放兩顆石頭，一顆長了綠藻，一顆長紅藻，接下來每天記錄這些寶螺待在紅藻區與綠藻區的隻數(共進行 20 天)，平均之後，看看他們對不同藻類是否有不同喜好。



◎ 魚缸兩邊各放一塊紅藻石頭跟綠藻石頭



◎ 金環寶螺在紅藻石頭下聚集

(二)結果 1：1.大部分寶螺似乎對紅藻較喜愛。(如圖 3-1)

(三)發現與討論 1：1.我們剛開始其實是用綠藻的石頭在飼養，也都有吃，但後來發現牠們棲息的區域似乎比較靠近紅藻區域的低潮帶，從這實驗我們發現，多數寶螺對紅藻類是有偏好，這跟棲息環境應該很有關係。

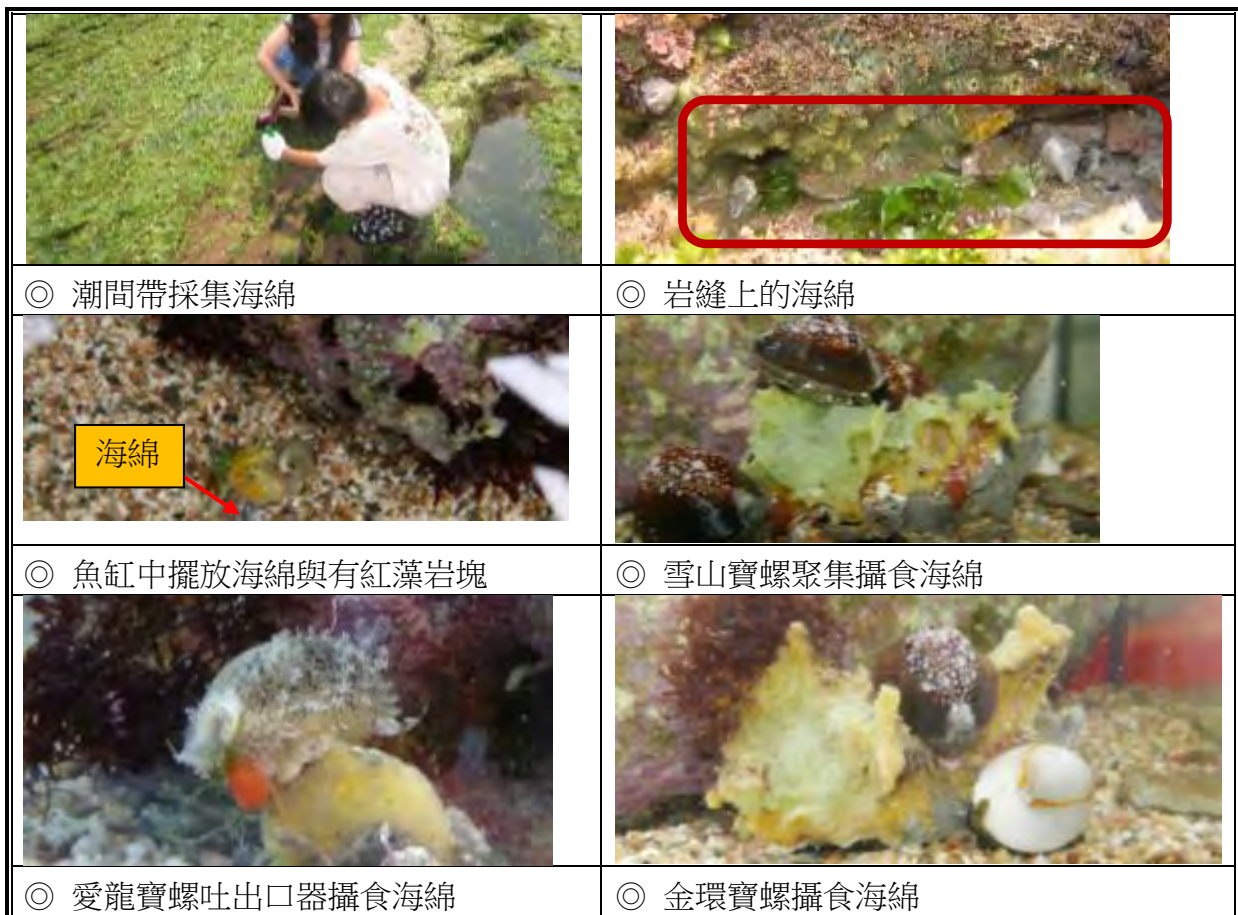
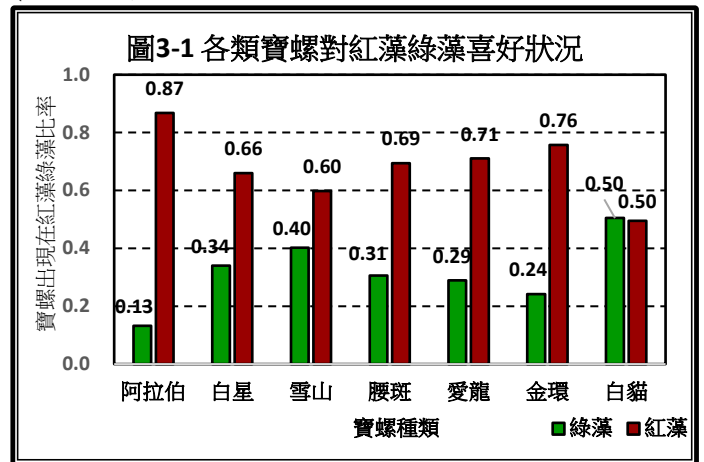
2.雪山寶螺出現在紅藻、綠藻的比例不會差太多，野外牠們的棲息環境也是在紅藻綠藻交接的區域，躲在石塊下的比例不會特別高，這跟我們野外見到牠們時，大部分都是裸露在岩塊上也是相吻合的，牠們的螺殼及外套膜，跟環境都是很相似的。

※ 動機：發現牠們對紅藻的喜好多過綠藻，但難道牠們都只吃藻類嗎？固著性的動物有沒有可能成為牠們的食物呢？我們想到石縫間常有海綿固著在岩石上，於是我們決定試試這會不會也是牠們的食物。

(四)方法 2：1.在寶螺棲息區域找尋石縫間的海綿，將有海綿的岩塊敲落，帶回實驗室試驗。

2.將有海綿的岩塊與有紅藻的岩塊同時擺放在魚缸中，放入雪山、金環、愛龍三種寶螺飼養，並利用夜間攝影，觀察牠們攝食狀況。

3.為更確切證明牠們的攝食喜好，這次我們改在夜間進行，以牠們停留時間來進行量化比較，每停留十分鐘算一次，六個夜晚的實驗，計算牠們平均每晚停留幾次，停的越久，代表活動與進食的量越多。

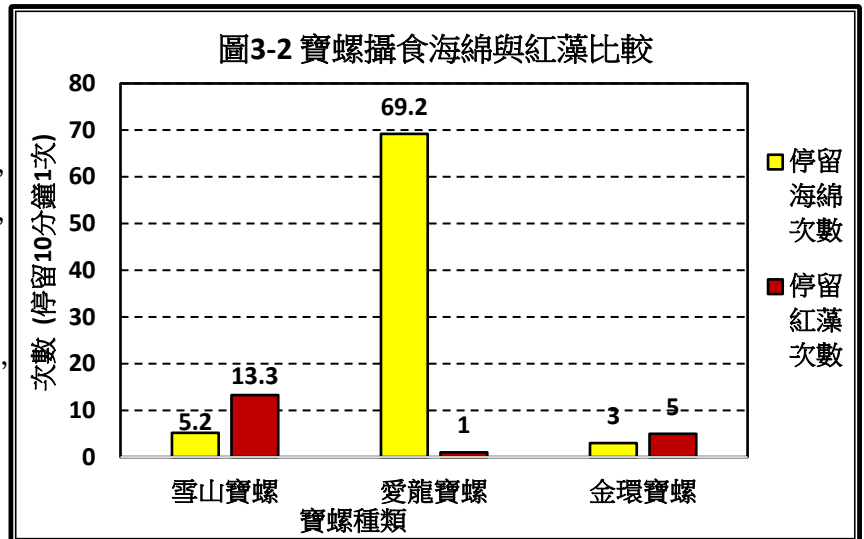


(二)結果 2：如圖 3-2

(三)發現與討論 2：1.經過六個夜晚的實驗結果可以看出，其實寶螺並不是只會吃藻類，如果將海綿與紅藻岩塊放在一起，雪山寶螺則有部分會攝食海綿，但大部分還是以紅藻為主。

2.愛龍寶螺則很明顯的會持續進食海綿，幾乎不到紅藻岩塊去，顯然這種寶螺對海綿的喜好是非常明顯的。

3.至於金環則沒有特別明顯是海綿或是紅藻，或許金環寶螺有其它喜好的食物，由此可見，雖然都是寶螺，但食性其實還是有些差異，且多半都是雜食性，不會只進食一種食物。

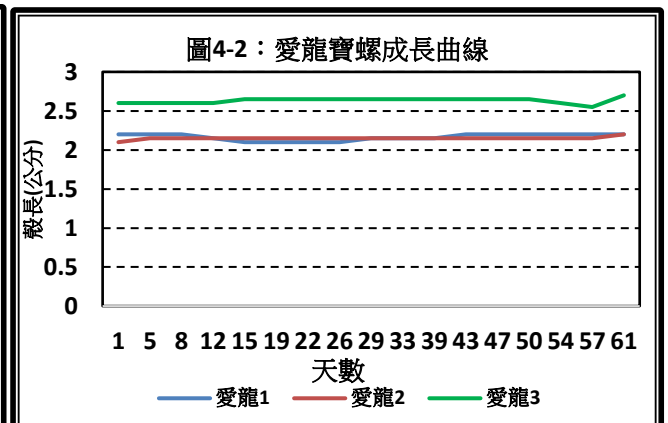
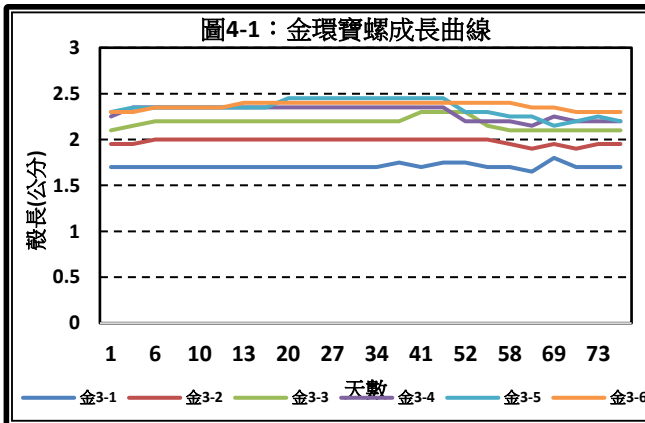


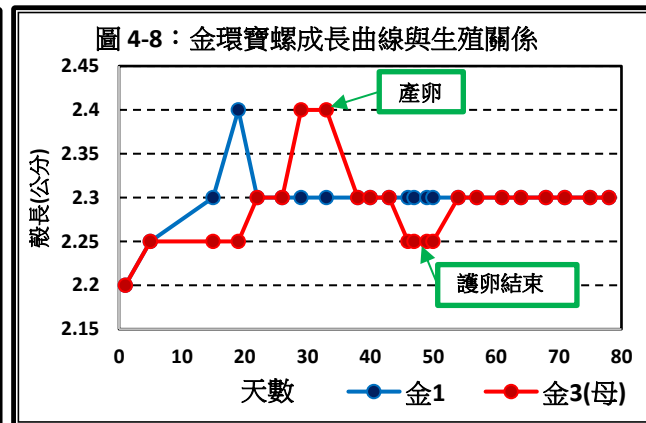
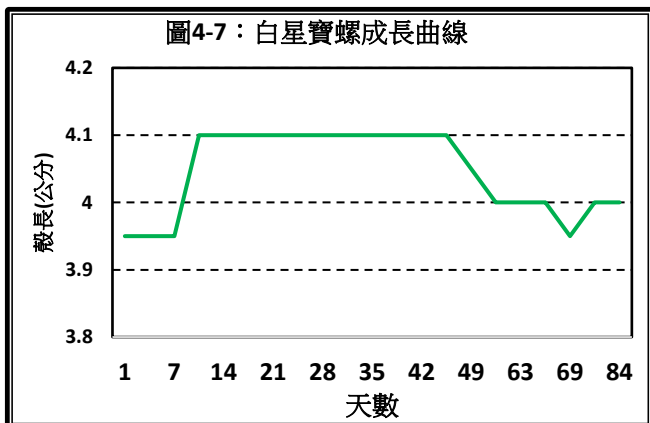
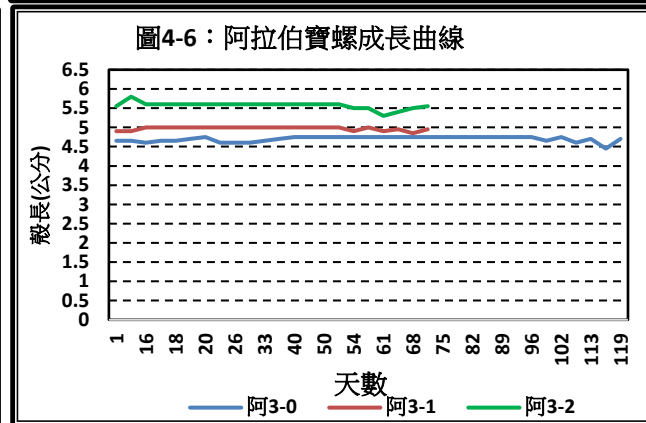
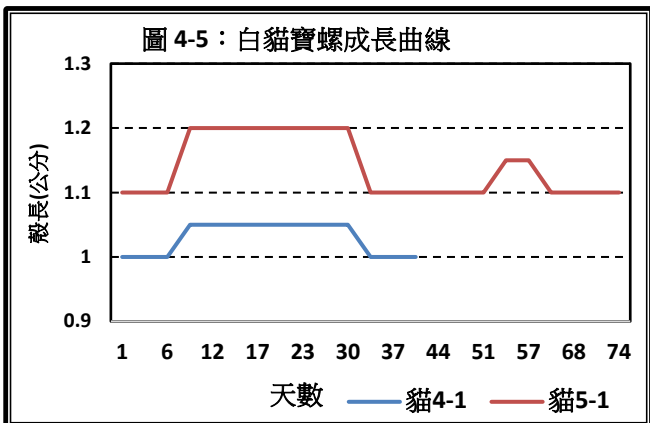
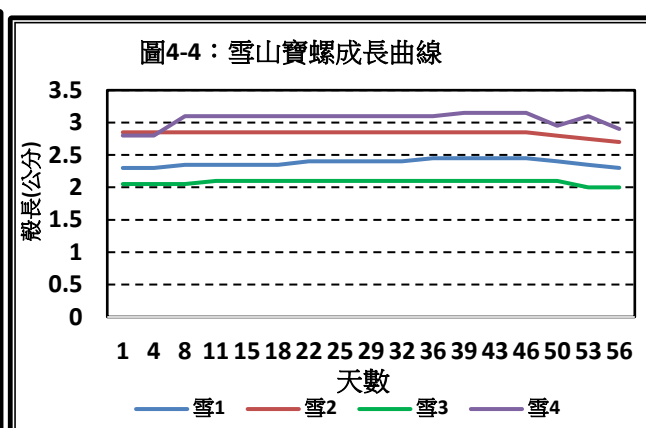
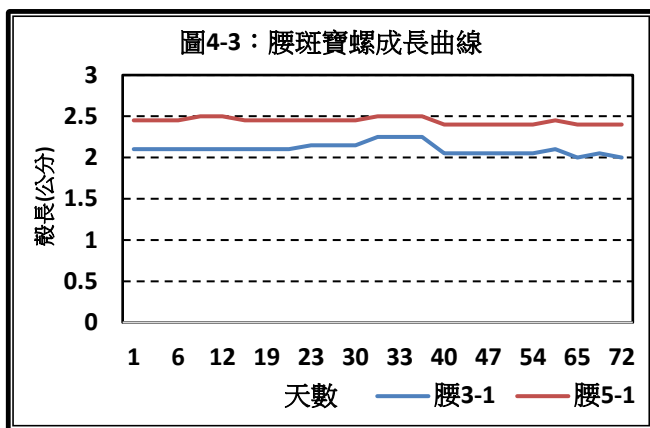
研究四、想知道這些寶螺的成長狀況？

(一)方法 1：1.將野外採集回來的寶螺(105/11/13 蝙蝠洞採集)，分種類養在魚缸中，每週固定兩天用游標尺測量寶螺的長、寬、高。



(二) 結果 1：將近三個月的量測，大部分種類並沒有明顯成長。





(三) 發現與討論 1：1.大部分實驗室飼養的寶螺都沒有明顯的成長，在飼養的 2-3 月之中，都有穩定攝食、爬行、排便，那為什麼沒有成長，我們推測，野外可以見到的可能大部分都已經達成熟體長，不再長大，或者冬天並不是牠們明顯成長的時間，因此我們必須再觀察夏天的成長狀況，來了解是否有不一樣的地方，只是野外很難找到同種類的幼小寶螺，幼小寶螺是否有更隱蔽的棲息地，這也是值得再研究的議題。

2. 我們最早飼養的兩隻金環寶螺(105/8/30~105/12/23)，後來交尾產卵了，這一對有稍微可以看出成長曲線，約一個月的時間，從 2.2 公分長到 2.4 公分，但護卵後再量，母金環寶螺的體長已經下降到 2.25 公分(比公的還小一點，因此圖鑑上說母的較公的大，可能不見得是如此，雖然後來又長到 2.3 公分，但接下來一個月都不再長大，後來又再產第二次卵(一個月後)，但過程中卻死亡了(原因不明)。

從這結果我們推測牠們是可以多次產卵的，但間隔時間可能會蠻久的，那或許也可以初步解釋為什麼我們飼養的其它寶螺都沒有交尾、產卵，牠們不太容易交尾、產卵，或者沒有那麼強烈的意圖要交尾、產卵。

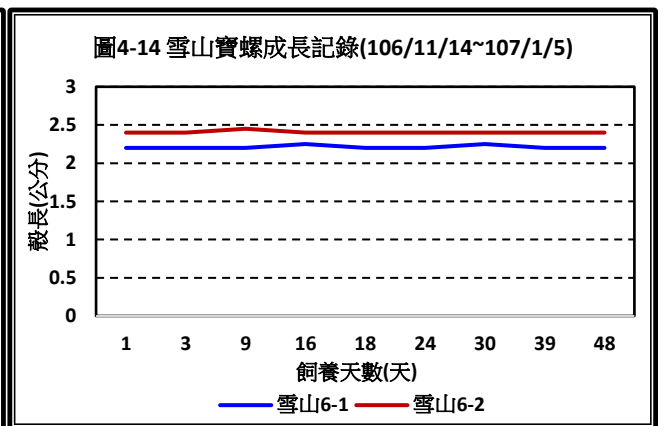
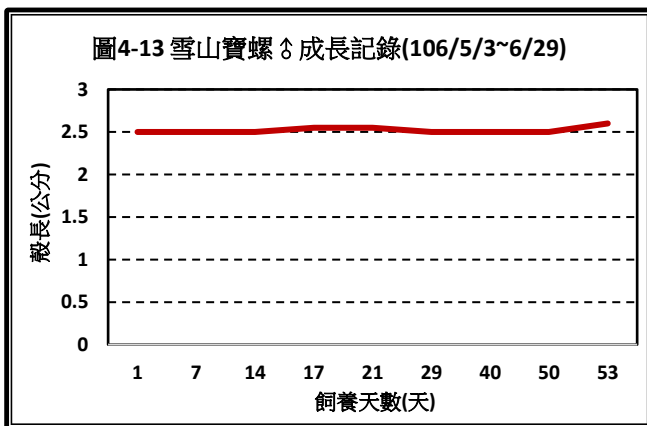
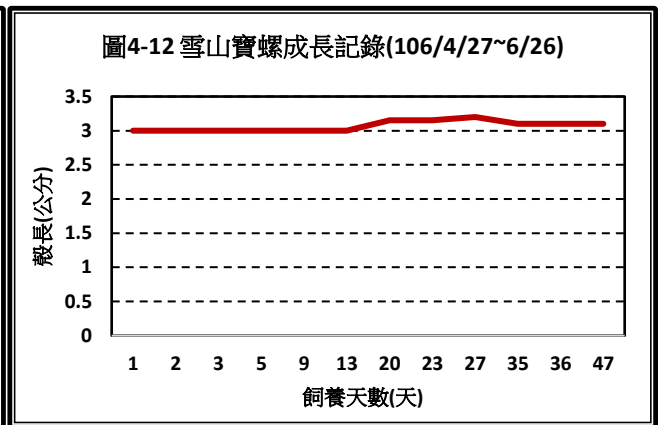
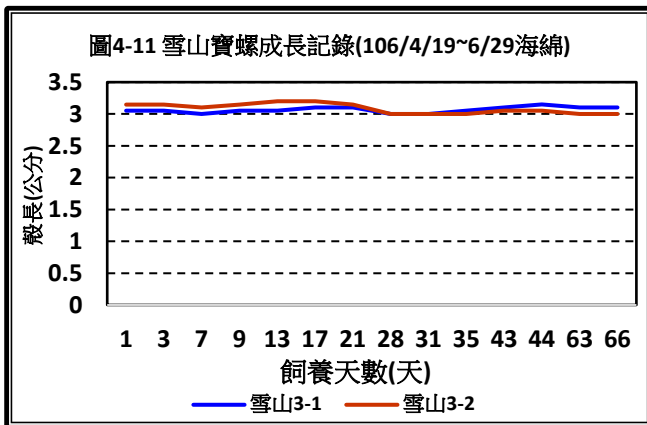
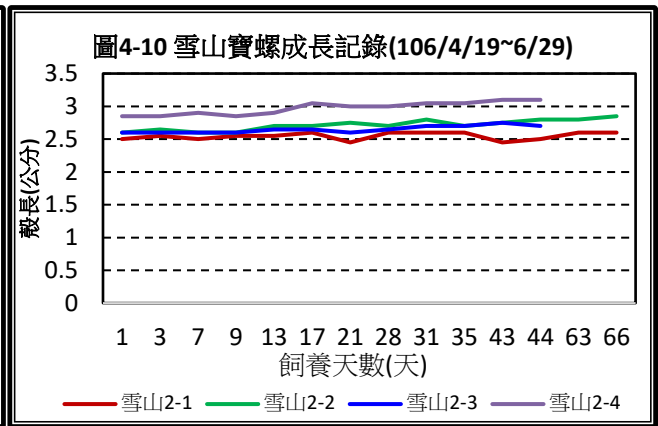
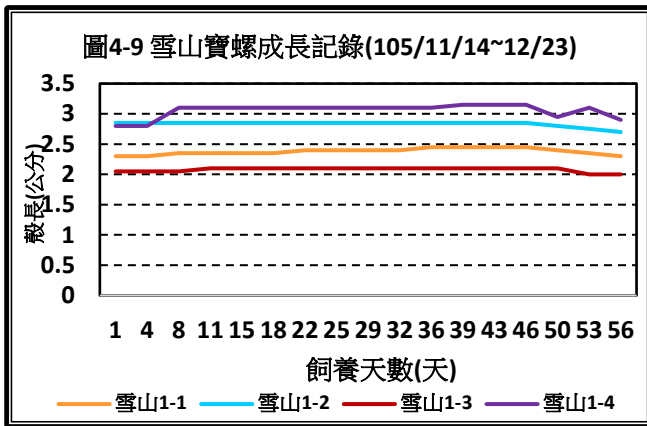
※ 動機：這是我們一直無法解決的問題，因為帶回實驗室飼養的寶螺，經過兩三個月的觀察，幾乎都沒有成長的跡象，為了怕一次飼養不夠精準，我們在不同季節針對數量最多的雪山寶螺進行飼養與殼長量測，同時在知道牠們也吃動物之後，也加入用海綿飼養的實驗。

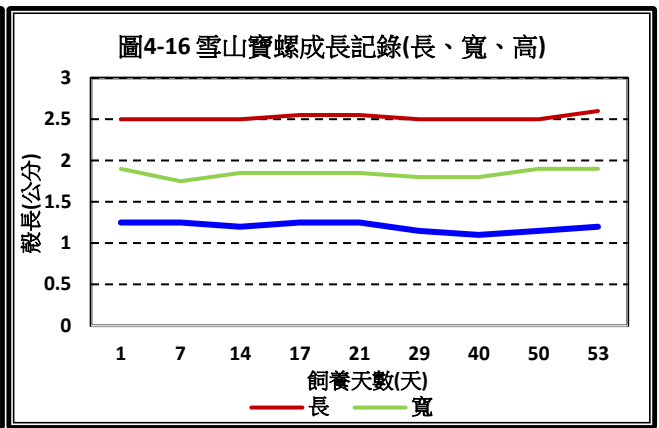
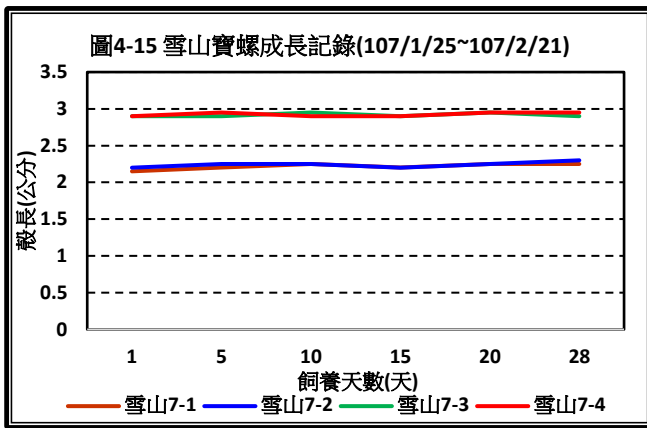
(四)方法 2：1.分別在不同季節，採集雪山寶螺進行飼養與體長量測，直到牠們自然死亡。

2.在進行攝食實驗的同時，我們也記錄牠們有攝食海綿情況下的成長。

3.除了針對不同季節的成長，我們也篩選不同大小個體的飼養，看看是否有成長的差異。

(五)結果 2：





- (六)發現與討論 2：1.從我們飼養與量測的結果來看，不管在甚麼季節，牠們的成長其實都不明顯，甚至幾乎沒有成長，是否牠們上來潮間帶時，體型就已經固定了，不再有變化。
- 2.即便是有更換食物，利用海綿與紅藻同時進行飼養，都有進食的情況下，牠們的成長仍然沒有太大變化。
- 3.不管是大體型的(3cm 左右)或小體型的(2cm 左右)雪山寶螺，經過一兩個月的飼養，其實結果都是相似的，幾乎沒有特別明顯的變化。
- 4.除了體長沒有變化之外，我們同時也有量測牠們的殼寬與高，長期飼養下來，長寬高幾乎都維持固定比例，也就是瘦長體型並不會變成圓胖。
- 5.從這麼多次的飼養結果發現，雪山寶螺進到潮間帶並沒有明顯的成長，因此棲息潮間帶的雪山寶螺很應該都已經是成熟狀態，除了攝食外，更重要的目的應該是為了繁殖。我們也大膽推測，成螺的雪山寶螺應該只存活 2-3 個月。

研究五、想知道整年度雪山寶螺的出現狀況(潮境與蝙蝠洞)？

※動機：找出寶螺的棲息區域後，也想知道牠們是否整年都會出現？或只是季節性的出現？

(一)方法 1：1.每月透過氣象局網站查詢潮汐表，列出可以進行野外調查的日期。

2.春夏季(白天)，現場記錄雪山寶螺數量，並用尺量殼長、記錄；秋冬季(深夜 12 點以後)，安全考量，僅有老師去，再請老師將每一隻寶螺放在尺上拍照，隔天我們再透過電腦處理。

3.每次的大退潮約有 4-6 天不等，我們會在這幾天中選一天到潮境，一天到蝙蝠洞，每個區域每個月會有 2-3 次的調查。



潮境潮間帶環境較多高低起伏岩塊

蝙蝠洞除了幾條海溝，大多是海蝕平台

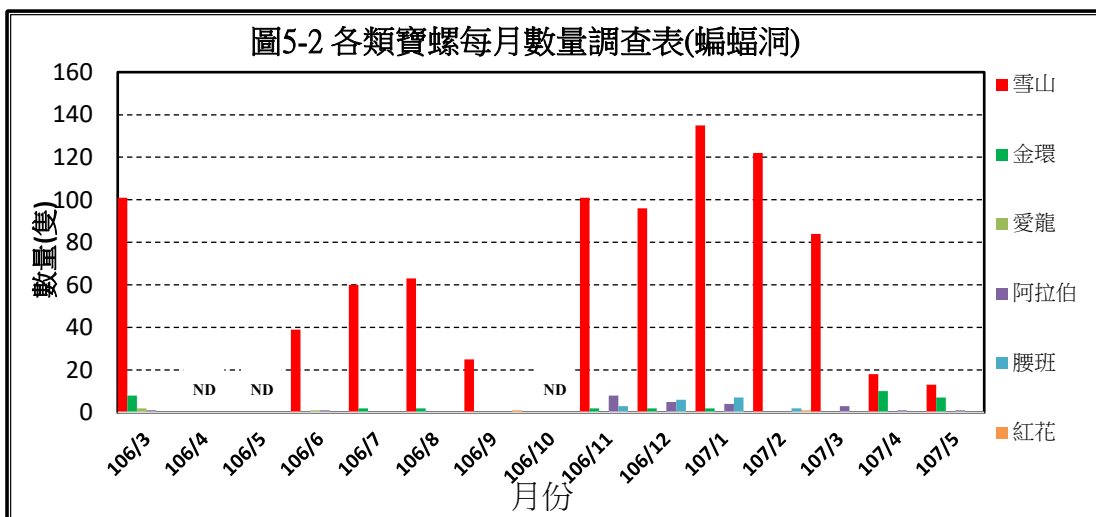
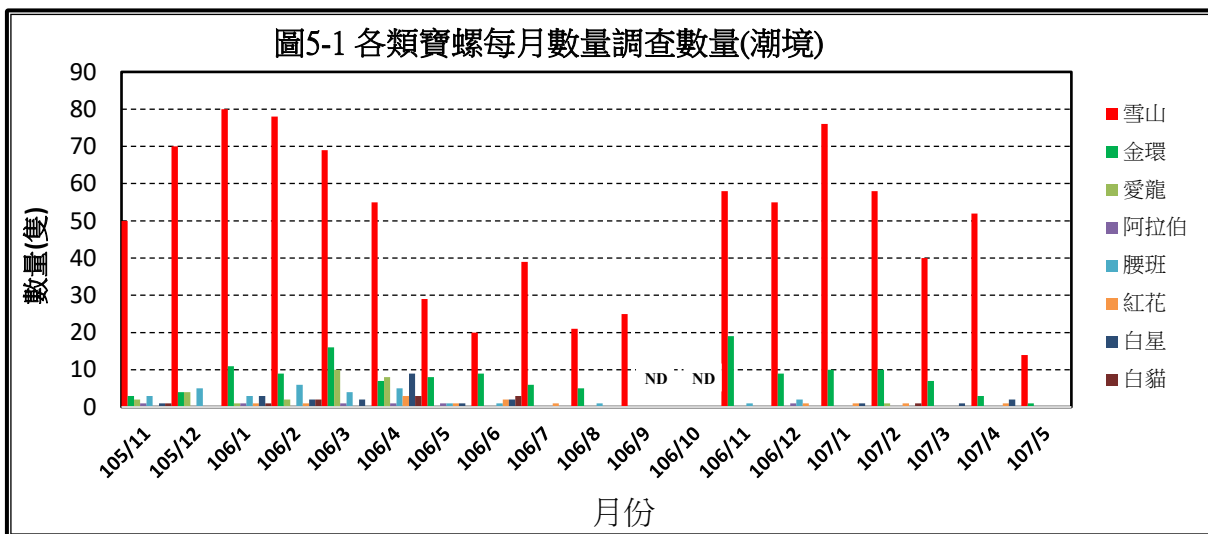


白天現場量測、記錄



夜晚利用與直尺拍照，隔天再處理

(二)結果 1：(ND—無法進行調查)

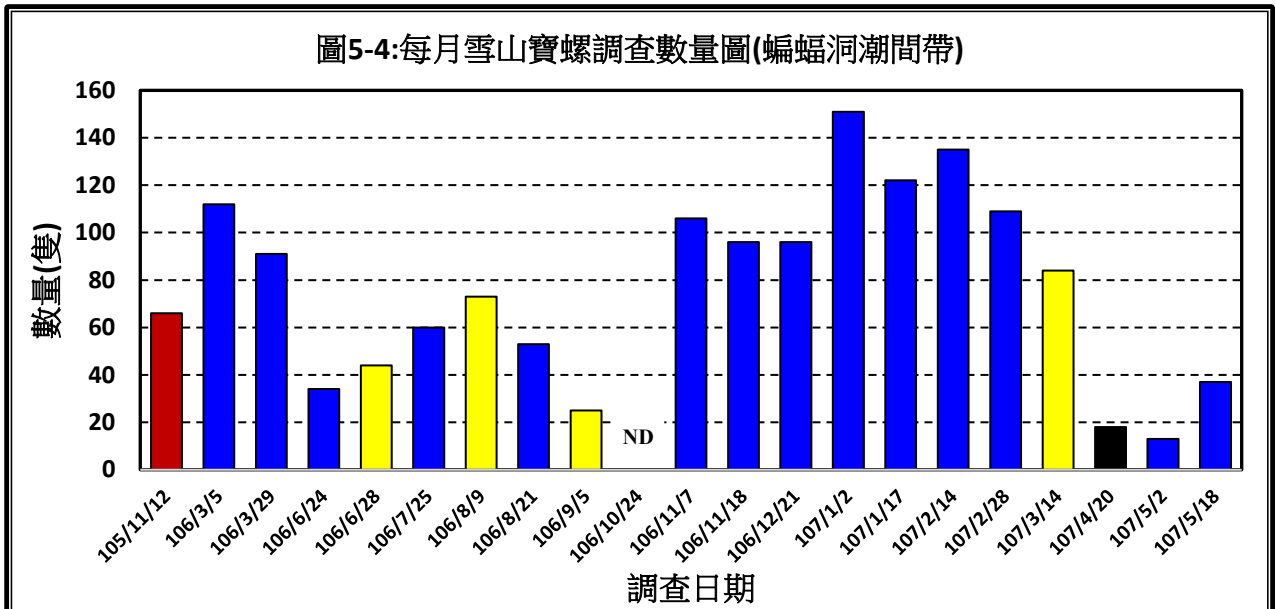
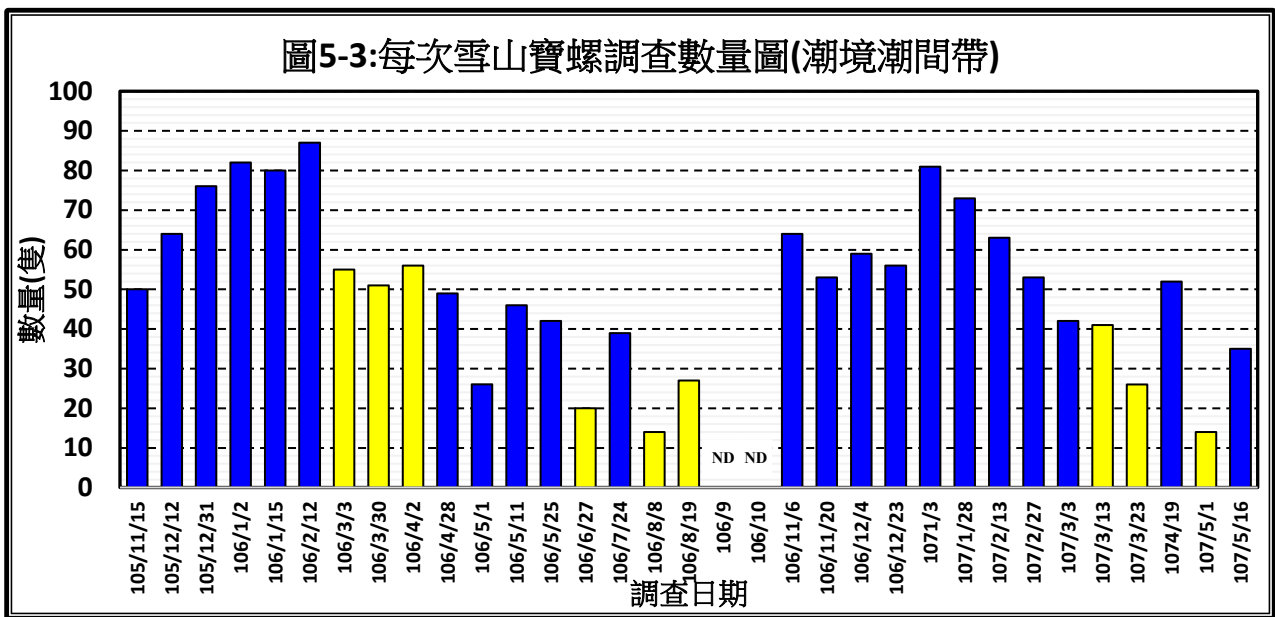


(三)發現與討論 1:1.在這範圍內的環境，除了雪山寶螺，金環寶螺是其次會穩定出現的種類，其他種類則都是不定期零星出現，而且數量都不多。

2. 潮境地形較多樣，蝙蝠洞是廣闊海蝕平台，因此除了雪山寶螺外，其他種類都很少。

※ 我們將數量最多的雪山寶螺特別獨立出來進行分析：

(四)結果 2： 潮差不到-50，10 月份無適當退潮時間



(五)發現與討論 2：1.由潮境的數量圖 5-3 可以看出，雪山寶螺在調查區域內，十一~二月的總數量都可以在 50 隻以上，到了一月達到最高峰，可到 90 隻左右，連續兩年都有相同現象，而到三月以後，數量便有減少趨勢。

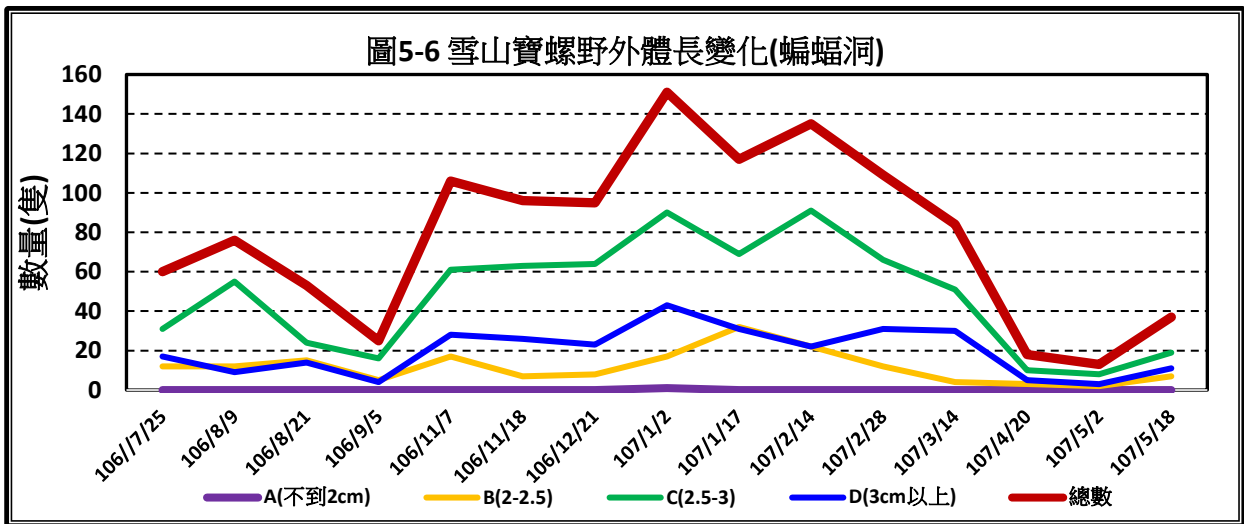
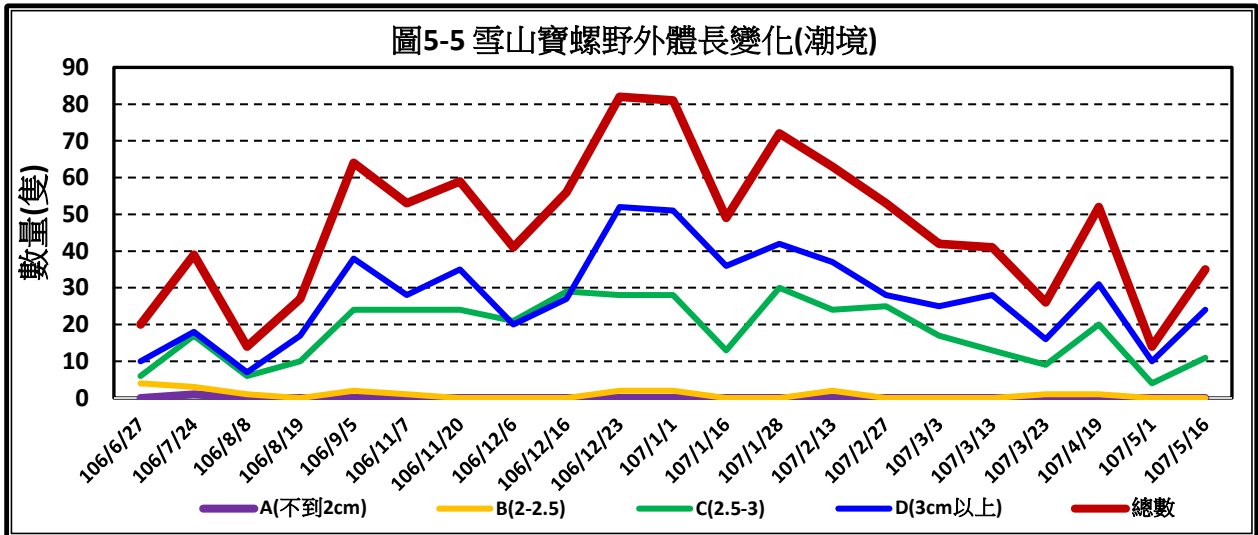
2.六~八月數量明顯少很多，即便是大退潮，數量也都在 40 以下，看起來酷熱的天氣似乎有讓牠們比較不易在潮間帶上生存。

3.九~十月是我們觀察上的瓶頸，因為這段時間的退潮都只到-40，加上東北季風開始影響，稍微風大，浪也跟著大，使我們連續兩年都無法進到調查區域進行調查，因此缺少這兩個月資料，但我們相信雪山寶螺仍是在這區域棲息著，而且數量會慢慢增加，因為十一月出現大退潮(-50 以下)，天氣許可下，我們去調查，雪山寶螺的數量又會增加到 50 隻以上。

4.比對蝙蝠洞的雪山寶螺數量資料，也有相似的情況，也就是冬季數量多，夏季數量少。但從這一年多的資料可以看出，其實一整年都會有雪山寶螺在這區域棲息，只是有時多有時少，應該不是季節性的出現。

※ 疑問：如果雪山寶螺都在這區域棲息，那是不是也在這區域成長呢？為了確定這件事，我們在去年六月時(106/6)，便將野外記錄的樣本再分批記錄，我們以殼長作為分組依據，共有 A(不到 2cm)、B(2-2.5cm)、C(2.5-3cm)、D(3cm 以上)四組。

(六)結果 3：



(七)發現與討論 3：1.從圖 5-5、5-6 可以很明顯看出，不管是潮境或蝙蝠洞，進到潮間帶的雪山寶螺都在 2cm 以上，而各個體長的數量比例變化其實並不大，也就是當總數增加時，小體型、大體型的也都會一起增加(如蝙蝠洞 12/21-1/2-1/17，潮境 12/6-12/16-12/23-1/6-1/16-1/28-2/3)，這代表甚麼意思呢？也就是 A 體型並不會變成 B-C-D，我們可以從另一個地方看出這現象，以潮境為例，從去年六月到今年五月將近一年，每次的調查都是 D 體型的最多，但蝙蝠洞卻不一樣，每次都是 C 體型的最多，那代表 C 體型的並沒有變成 D 體型，且 C 減少時，D 也減少了，說明了牠們並不會再成長。

2.至於為何兩個潮間帶的體型組成會有如此大差異，我們覺得地形跟保育區(潮境)應該有影響，潮境是多大岩塊、多潮池的環境，環境變異大，蝙蝠洞整個就是個大平台，散布眾多的海膽洞，潮境多變化的地形是否讓大體型的雪山更容易生存而不被發現，可能性很高。107/4/19 的潮境跟 107/4/20 的蝙蝠洞，相隔一天，潮境數量是增加，但蝙蝠洞卻是減少，春天以後，蝙蝠洞大海蝕平台地形，居民、遊客非常容易進入，蝙蝠洞地區的寶螺被捕捉的機率應該很高，而劃歸保育區的潮境則無此問題，顯然保育收到了成效。

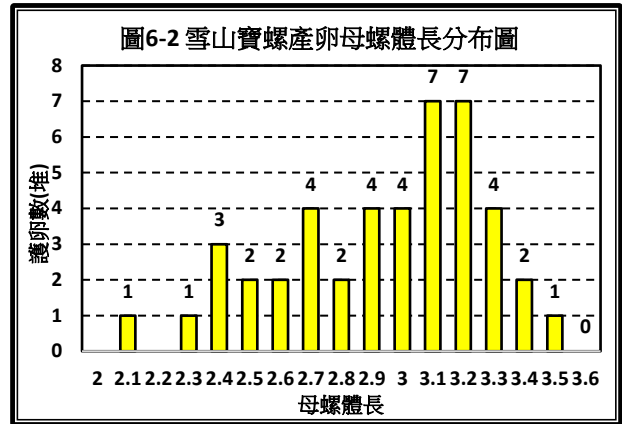
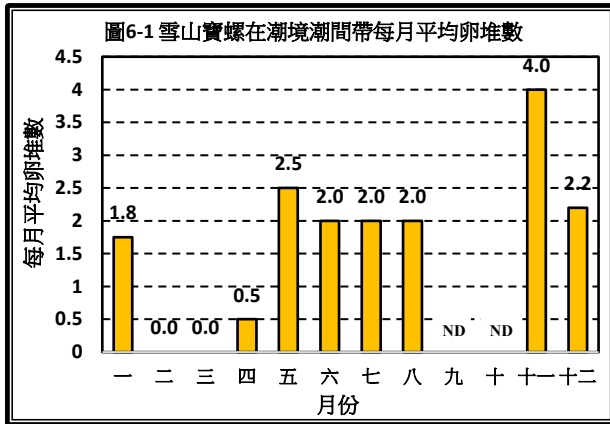
研究六、想了解雪山寶螺的繁殖狀況(母螺體長、產卵位置、產卵季節、孵化過程)？

※動機：在我們一年來多次的雪山寶螺飼養，只在錄影影片中，意外發現兩次交尾，但從未在實驗室內有產卵行為，可是野外似乎有時候是可以發現卵的，是不是真的有季節性，我們希望

透過長期野外調查，來探究牠們的繁殖狀況。

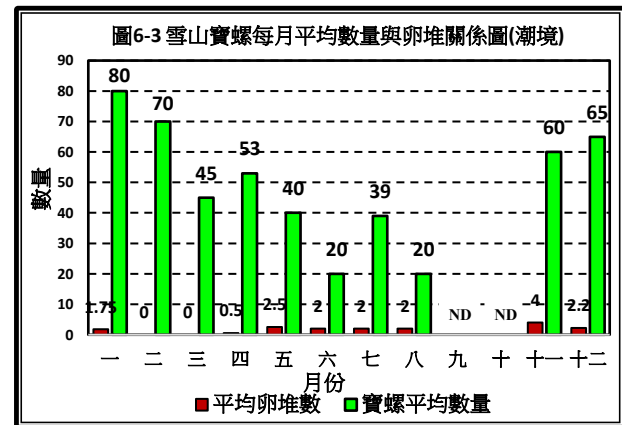
(一)方法 1：1.以潮境潮間帶做為實驗區域，利用每一次的調查，記錄護卵的數量、顏色、位置、以及母螺的體長。2.將調查到的護卵位置標在地圖上，長時間調查記錄。

(二)結果 1：



(三) 發現與討論 1：1.經過我們長期的野外調查，發現雪山寶螺有產卵的時間其實蠻長的，大約可分兩個期間，11~1 月可以穩定發現卵塊，2~3 月則完全沒有卵塊的蹤跡，到 4 月底 5 月初又開始有卵塊，一直到 8 月平均可以發現兩堆的卵塊。

2.圖 6-1 的數值是我們每個月兩次大退潮時(相隔約 2 週)去調查的平均值，但沒有大退潮的日子，應該也可能會有產卵、護卵行為，相信會陸陸續續發生，而不是集中在某幾天，沒有同時產卵，可以分散風險，使牠們一直有新生命出現，不會因突發的災難而全部死亡。

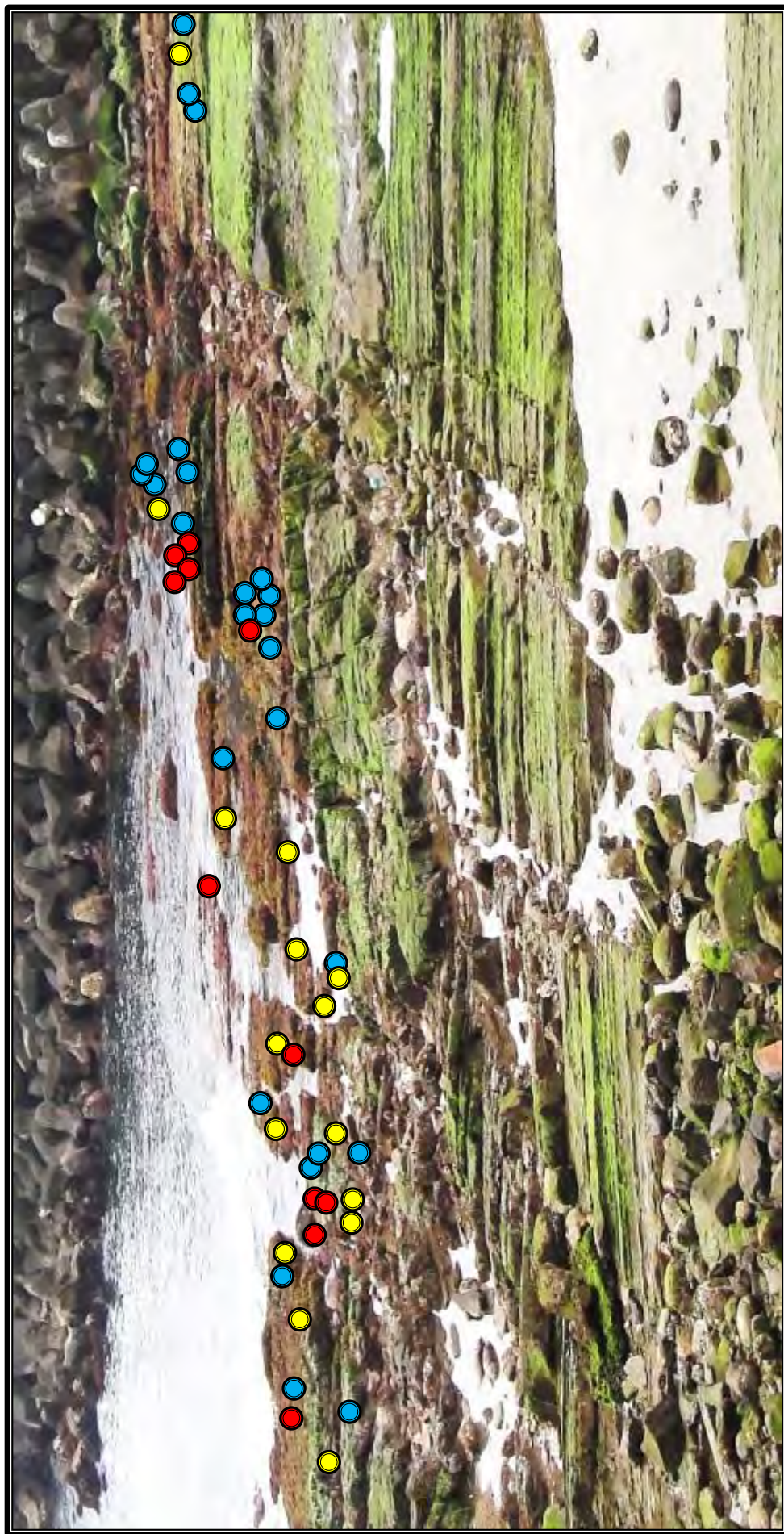
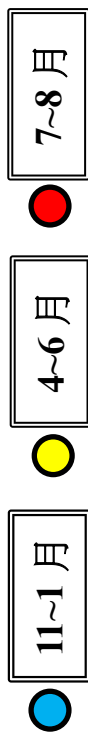


3.從圖 6-4 可以看出，一整年下來，牠們產卵的位置雖然是蠻分散的，但跟牠們棲息的區域是吻合的，也就是牠們出現的區域，即是牠們生活、繁殖的區域。

4.我們記錄了護卵的雪山寶螺母螺體長，雖然大部分產卵的體長在 3cm 左右，但其實從 2.1 到 3.5cm 都有，而 2cm 也是我們調查中體型最小的個體，如果連 2.1cm 的個體都可以產卵，那更證實我們成長實驗中說明的，牠們進來潮間帶的體長便是牠們的成熟體長。

5.從圖 6-3 可以看出，寶螺數量多的時候並不一定是產卵的旺季，二、三月數量穩定，但卻完全找不到卵堆，而七八月的數量不多，不過仍可以發現卵堆，如果九、十月也有產卵，那牠們可產卵的時間可從五月~一月，如果再比對蝙蝠洞的狀況，蝙蝠洞六~九月是有產卵的，十一月也有，但一~三月也都沒有，從這些調查資料看起來，牠們天氣冷的時候似乎是比較不產卵，春天暖和了，產卵的行為便會陸續出現。

圖 6-4 雪山寶螺潮境間帶四季產卵位置圖



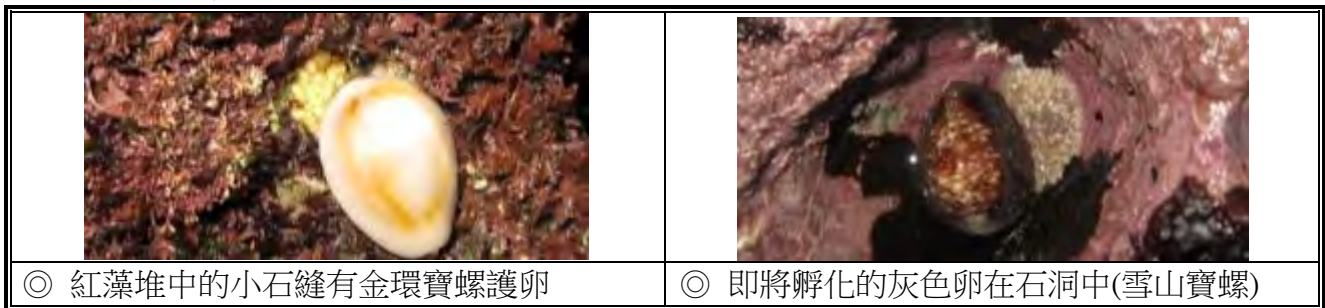
※疑問：牠們繁殖過成又是如何進行的呢？

(四)方法 2：1.在實驗室魚缸中同時飼養多隻同種的寶螺，觀察是否有繁殖行為出現。
2.利用野外觀察的機會，調查寶螺護卵的狀況。

(五)結果 2：1.有兩隻以上長期飼養在一起的寶螺，結果只有金環寶螺有交尾與產卵行為。

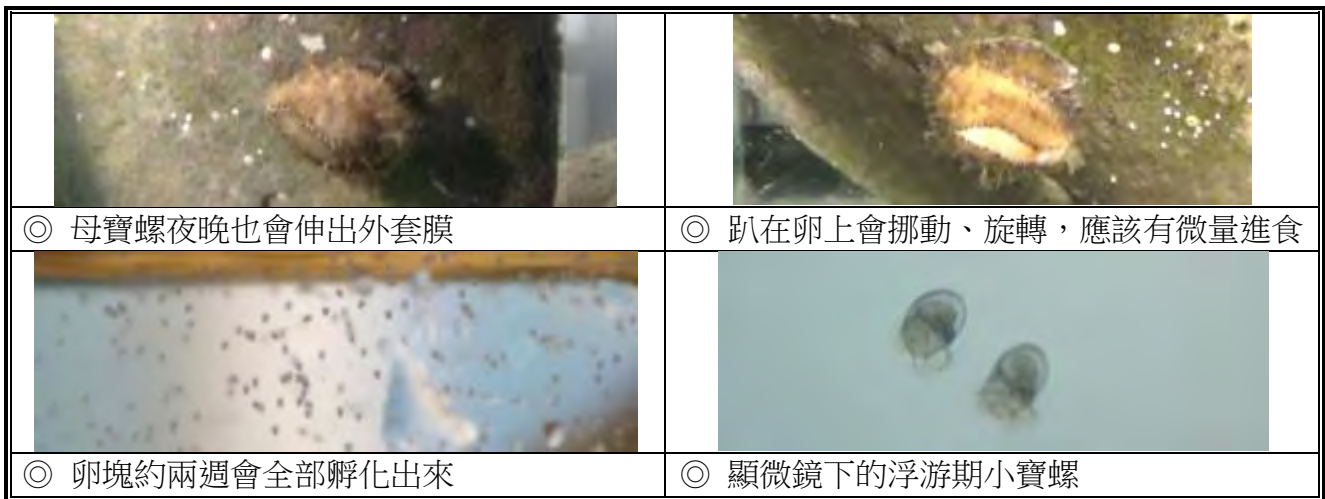
種類 時間	阿拉伯	雪山	腰斑	愛龍	金環	白貓
觀察期間	80 天	60 天	70 天	60 天	80 天	40 天
寶螺數量	2	6	2	2	2 和 6	2
交尾次數	0	0	0	0	6	0
產卵	0	0	0	0	2	0

2.野外護卵狀況



3.以孵化成功的金環寶螺為例，牠們的繁殖過程(約兩週)：(1)求偶(公的在母的後面跟著爬)；(2)交尾(公的右前方伸出白色交尾器進入母的腹部)；(3)產卵(母的找到隱密位置產下黃色卵塊，石洞或石塊下)；(4)護卵(母寶螺會趴在卵塊上，直到卵孵化)。





(六)發現與討論 2：1.從我們飼養的結果來看，牠們要交配產卵似乎沒有那麼容易，因為將近三個月的飼養，大部分種類都沒有繁殖的跡象，而雪山寶螺飼養將近十次，甚至採集正在護卵的母螺回來，也都沒有產卵行為，讓人疑惑牠們交尾產卵的機制到底是甚麼？

2.我們曾經在野外將護卵的雪山母螺移開，隔天再去看，發現卵塊不見了，也曾經將有雪山寶螺護卵的岩塊敲回實驗室，剛開始還有護卵，但幾天後母螺離開了，接下來卵就發霉，因此護卵這行為不單單只是保護卵不被掠食，應該還有保持卵的健康不被感染的功能。

3.雪山寶螺是否可能到更深的海裡產卵，那是我們比較難到達的區域，在我們查到的資料裡面都沒有提到這部分，但當大退潮時，我們往更靠海的區域調查，反而沒有雪山寶螺的蹤跡，因此，這區域很可能是成熟後的雪山寶螺，共同集中的區域，以達到交尾繁殖。

4.曾經在夜間實驗影片中意外發現幾次雪山寶螺交尾，但卻沒有產卵，飼養的金環寶螺雖然有成功產卵、孵化，但其中有記錄 6 次的交尾(有見到交尾器)，卻都沒有產卵，可見得牠們即便有交尾，母寶螺去產卵的機率好像也不高。

研究七、想知道不同環境地形對雪山寶螺棲息的影響？

(一) 方法：1.我們已經將雪山寶螺在潮境潮間帶的棲息區域調查出來，但我們發現這區域其實還是有地形上的差異，因此我們將這區域再劃分為甲(高高地低的大岩塊，且浪比較慢到達)、乙(大大小小潮池與岩塊，浪很容易淹沒)、丙(地勢較高的平台岩塊，浪是側面流進來，很慢淹到水)。



圖 7-1 潮境潮間帶雪山寶螺分區圖

2.蝙蝠洞地形都是海蝕平台地形，但我們發現中間一條海溝兩側的數量似乎有些差異，因此我們也針對這兩地區進行長期調查、比較。甲區(海浪會先進海溝再到此區域，3m*20m)，乙區(海浪會先碰觸再進到海溝，3m*20m)，另外其他平台的區域數量--丙區。

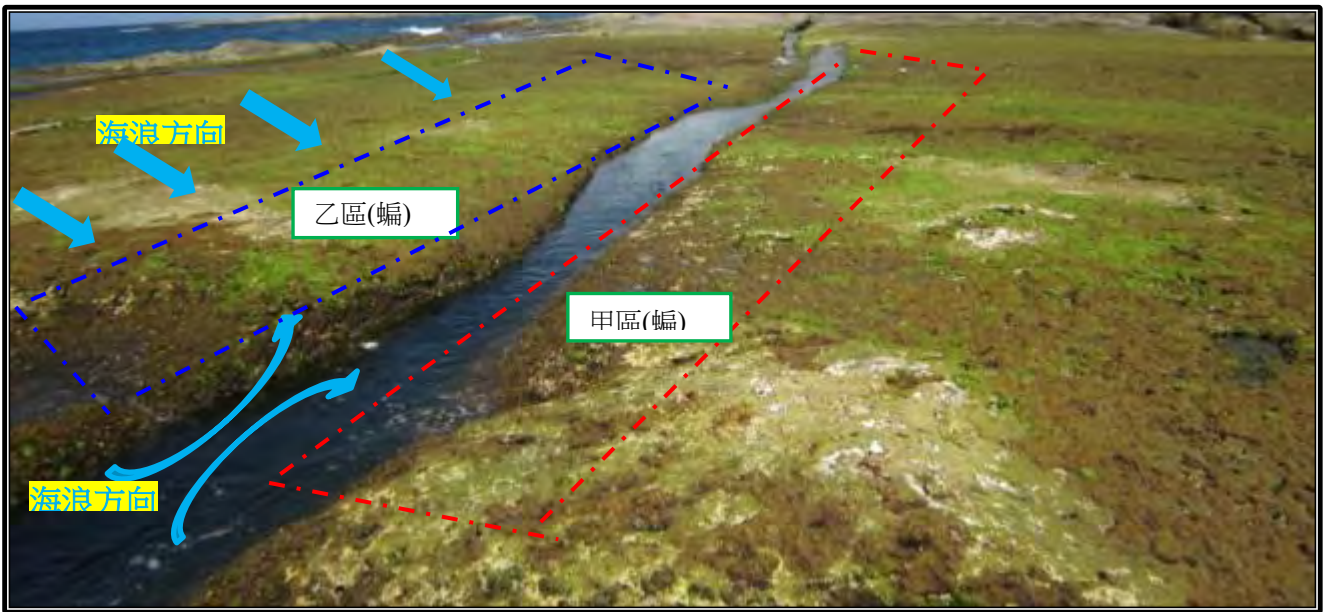
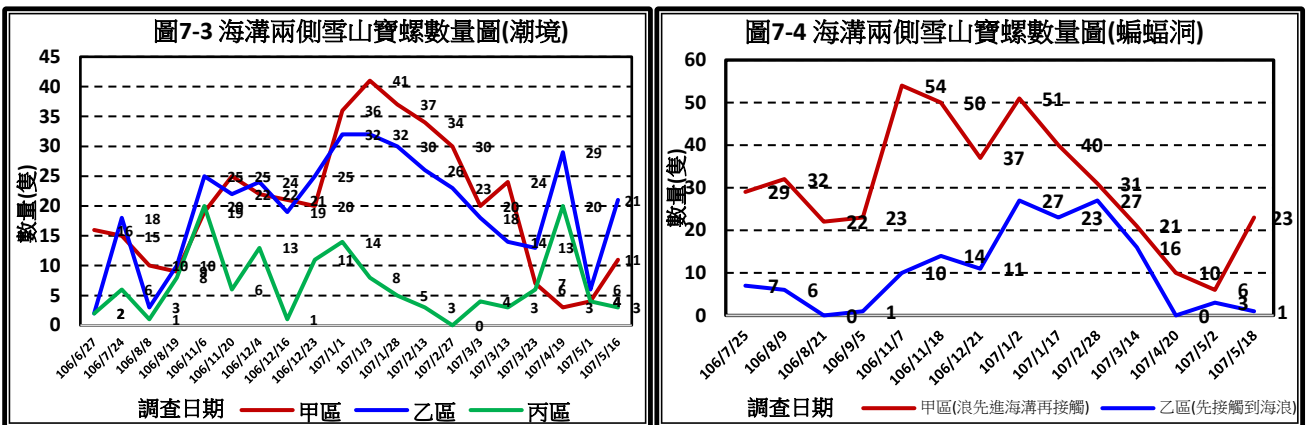


圖 7-2 蝙蝠洞潮間帶海溝兩側調查區域
(二) 結果 1：



(三) 發現與討論 1：1.長期調查下來，發現甲區、乙區的數量頗為接近，其實乙區的範圍大很多，但甲區多數時間是比較多的，我們有幾個可能原因，(1)甲區高高低低多石縫的大岩塊，可能讓牠們有更多躲藏與選擇的機會。(2)同一個浪大上來，兩區都淹到水的情況下，甲區的浪是明顯較緩和的。

2.丙區是傾斜的海蝕平台，類似蝙蝠洞環境，理論上來說，應該會很多，但其實數量卻是最少的，推測有幾個可能原因：(1)我們在岸上仔細觀察海浪拍打狀況，這區域看起來雖然比較接近海，但其實地勢較高，也是三區域中最慢淹到水的區域，以雪山對海水的依賴，這裸露時間可能太久。(2)這區域並不是浪進來的方向，而是側面流過來，是否是這原因，使多數雪山寶螺順著浪進到甲乙區。

3.由此可見，是甚麼地形不一定絕對重要，而是要在接近大退潮才裸露，且接近亞潮帶的岩塊上，有紅藻綠藻交雜、有石縫的環境。

(四) 發現與討論 2：1.從 106/6 開始調查時，發現蝙蝠洞海溝兩側數量有明顯差異，這兩區域其實有很多相似處，如彼此距離不到 1 公尺、地勢高低相似、岩塊也類似、而且兩地的藻類也沒有太大差異，但為何會有數量上的差異，我們長期觀察記錄發現(圖 7-4)，幾乎每一次都是甲區較多，顯然這不是偶發的情況，我們發現兩區較明顯的差異是，中間有一條海溝，使甲區的浪會是先進到海溝再流出來，相較於直接被浪衝擊到的乙區，這邊的浪似乎較緩和。

研究八、想知道海浪沖擊對雪山寶螺棲息區域的影響？

※動機：因為蝙蝠洞海溝兩側的雪山寶螺數量明顯不同，是否海浪沖擊真的對雪山寶螺棲息造成影響？

(一) 方法與過程：

◎步驟一：設法製造可自動重覆產生的浪(怎樣的裝置可以有較多的水重覆傾倒)

1. 利用塑膠瓶穿孔來接水，當水達到某一高度時，會傾倒，我們測時發現，當孔在 0.38:1 (底部到孔高度：桶子高度)時，可裝約八分滿的水，底部中心掛三個大螺帽，可使瓶子穩定回復原狀。
2. 孔如果打在直徑上，可裝更多水，但傾倒方向不固定。離直徑線 1 公分，瓶子很快就傾斜，提早倒掉。測試最佳位置在離直徑 0.3 公分處，高度比例 0.38，可以達到穩定又有高水量的效果。
3. 多加一個螺帽是否可增加水量？發現多一個螺帽重量太重，無法傾倒。

◎步驟二：怎樣的桶子較適合

1. 選用不同三種可放入魚缸的不同款式的瓶子 A(直徑 13*高 16)一較瘦長、B(17*17.5)一直徑與高接近、C(17.5*15.5)一較矮胖。
2. 測試結果：A 型：傾倒半徑較大，倒完水後會空轉一次，水沒有倒完，瓶內殘餘的水在空轉時會濺出來(不理想)
B 型：掛 3 個大螺絲帽，水可達八分滿，傾倒時會完整倒完，回復原狀不空轉。(採用)
C 型：會太早傾倒，水量不到 1/3，如果 0.38 比例提高，孔打高一點，則不易傾倒(不理想)

◎步驟三：注水位置測試

1. 注水在桶子中間，水量 2100ml，殘餘 40ml，倒出 2060ml 海浪，一次注水時間 64 秒。
 2. 注水在桶子近處，水量 2040ml，殘餘 40ml，倒出 2000ml 海浪，一次注水時間 60 秒。
 3. 注水在桶子遠處，水量 2080ml，殘餘 40ml，倒出 2040ml 海浪，一次注水時間 62 秒。
- 測試結果：注水位置並沒有造成太大差異，選擇注水在中間來進行實驗，減少可能產生的問題，同時發現桶子水位在 4 公分高時，桶子由斜變正，水位 11 公分高時，桶子會倒水。

◎步驟四：抽水馬達注水太強

1. 先將馬達水注入大水桶，利用虹吸原理使水緩慢流到海浪的桶子，但馬達水流量與虹吸水流量要平衡，使水桶水不致滿出來，也不會因水位太低而使虹吸現象中斷。測試發現勉強可以達到動態平衡，但並不穩定，時間太長，仍會使水桶的水太高或太低。
2. 後來發現直接將馬達水管拉高 200cm 再回轉到海浪沖擊桶子，因水管拉高，水流量變緩，注水不會太強，且不會有虹吸中斷的問題。(採用)

◎步驟五：魚缸內擺設

1. 先用水泥磚塊鋪底，中間留約 10cm 模擬海溝，接著在上面平鋪潮間帶有藻類的石塊，製造海溝兩側相類似的環境。
2. 因海水由左邊衝擊下來，再流到右邊岩塊，因此左邊岩塊衝擊力較大，右邊較小，將 15 隻雪山寶螺放在海溝內，利用攝影機夜間攝影，隔天記錄寶螺移動方向，每天傍晚將寶螺重新放回海溝，再次夜間錄影記錄，最後再平均寶螺移動方向數據。結果發現出現在右邊岩塊的雪山比左邊的要多(37 次:14 次)。

◎步驟六：加大海浪沖擊力

1. 利用廢棄桌椅裝訂成隔板，將海浪衝擊桶墊高 20 公分，並進行相同的實驗，結果發現也是右邊岩塊寶螺較左邊多(32:16)，且左邊只有 1 次往海浪方向移動記錄，右邊則有 5 次，浪的衝擊力道與方向應該有影響雪山寶螺的移動。



◎ 設計與製造海浪的桶子



◎ 利用廢棄椅背組裝海浪桶子



◎ 測試何種海浪桶子倒水較佳



◎ 討論、繪製實驗設計圖



◎ 利用馬達抽水，虹吸現象注水到桶子



◎ 魚缸內裝置



◎ 模擬海溝地形，夜晚全程攝影



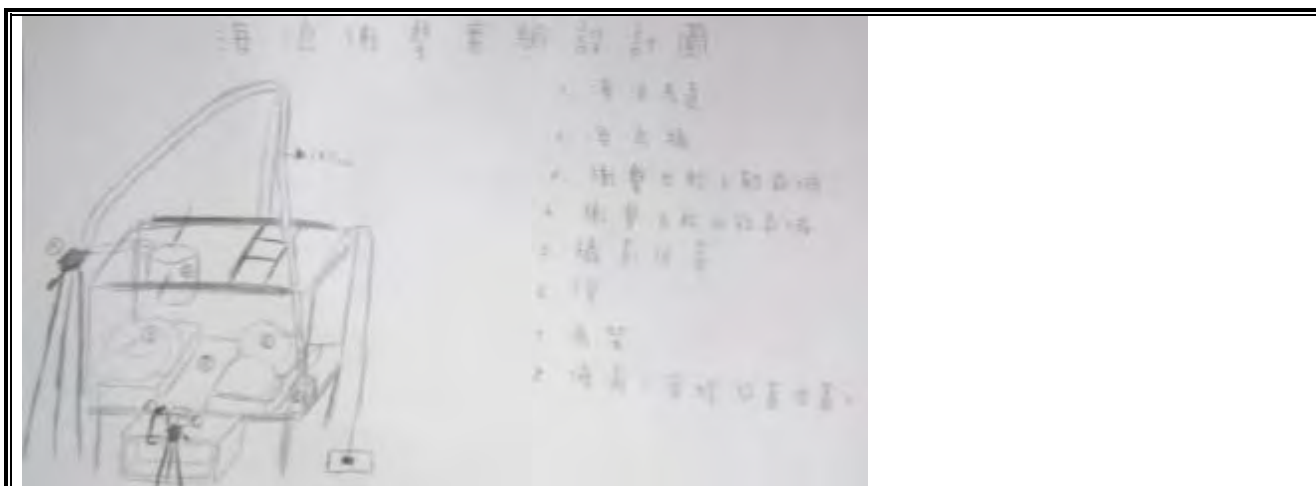
◎ 設計加高架子，增強海浪沖擊力



◎ 海浪沖擊測試(計算時間與水濺出狀況)



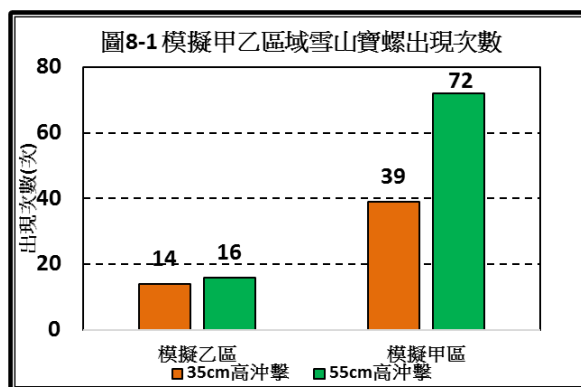
◎ 加高並用隔板防止水濺出(55公分)



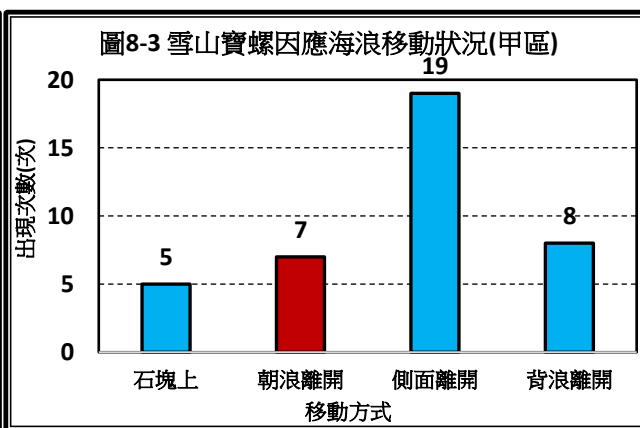
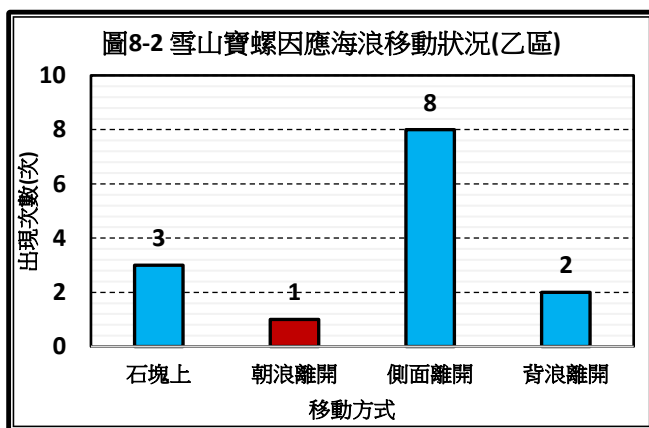
◎ 手繪海浪沖擊實驗設計圖

(二)結果 1：如圖 8-1。

(三)發現與討論 1：1.不論是 35cm 高的海浪沖擊，或是加高為 55cm 高的海浪沖擊，經過五天的實驗，發現兩個區域的雪山寶螺數量有很明顯的差異，也就是離浪較遠的甲區數量，比先接觸浪的乙區要多很多。因為兩邊的岩塊都是類似岩塊，也都有藻類附著，但甲區始終比較多，顯然雪山寶螺是會受到海浪沖擊影響而選擇適合的區域棲息。



(四)結果 2：為了更了解雪山寶螺受海浪沖擊時產生的行為影響，我們再將岩塊上雪山寶螺的行為區分為(1)一直在岩塊上、(2)朝浪方向離開、(3)側面離開、(4)背向浪方向離開，我們發現乙區跟甲區最後大多會離開岩塊。(圖 8-2、8-3)



(五)發現與討論 2：1.側面離開因為有兩個面，機率會高一些，且大部分是傾斜順著水流離開，比較值得注意的是，甲區還有 7 次是朝著浪的方向離開岩塊(也就是進到模擬的海溝內)，看起來甲區受浪的影響似乎就沒有那麼大。

2.另一個值得注意的是，藻類較多的區域，雪山寶螺是可能一整晚停留在岩塊上的，充足的食物下，牠們也不需四處移動。(此次實驗為便於觀察牠們移動，選擇藻類不多的石塊)





研究九、想知道漲退潮對雪山寶螺活動的影響？

※動機：如果海浪對雪山寶螺造成影響，那漲退潮呢？為何大退潮時可以見到大量雪山寶螺在岩塊上呢？

(一)方法 1：利用飼養在魚缸的寶螺進行實驗，利用軟管抽離海水模擬退潮，記錄寶螺出現反應，再加入海水模擬潮水漲潮，看寶螺出現何種反應。

(二)結果 1：

海水 \ 種類	阿拉伯	白星	雪山	腰斑	金環
海水抽離時	縮進殼裡不動	縮進殼裡不動	縮進殼裡不動	縮進殼裡不動	縮進殼裡不動
海水淹沒時	伸出觸角挪動	伸出觸角挪動	伸出觸角挪動	伸出觸角及部分外套膜	伸出觸角挪動

	
◎海水抽離時(退潮)緊縮在魚缸壁(白星寶螺)	◎ 加入海水(漲潮)伸出觸角些微挪動(白星)
	
◎海水抽離時(退潮)停在原地緊縮(雪山寶螺)	◎ 加入海水(漲潮)伸出觸角並挪動(雪山)

(三)發現與討論 1：1.大部分寶螺離水後都會緊縮在原地，等潮水來了再挪動，這應該是為了怕水分散失，不過有幾次實驗中，雪山寶螺停在石塊上，海水抽離過程中，牠在海水還沒完全抽完，又往下爬了一下，這應該也是合理的，因為石塊上還有水分，讓牠們來能爬行，因此野外見到的雪山寶螺，雖然裸露在空氣中，但大部分都是在石縫或石洞中。

(四)方法 2：這樣的方式，我們覺得並不完善，因為 1.在白天進行，但多數寶螺是夜行性，白天寶螺本來就不太有動作；2.當時僅用簡單的虹吸作用抽出海水，模擬退潮，再慢慢將水倒回去，模擬漲潮，進行時間很短，而且跟野外漲退潮都是一波一波海浪逐漸漲逐漸退，情況相差蠻大的，加上我們設計了海浪沖擊模組，因此我們決定利用這模組重新進行漲退潮的實驗，來真正了解漲退潮對雪山寶螺的影響。

◎步驟一：馬達抽水模擬漲退潮(測試讓進行時間可以延長至 30 分鐘)

1. 除了實驗的大魚缸(A)外，另外準備一個空的大魚缸(B)，利用馬達將 A 的海水抽到 B，並調整馬達流量，使 B 的水位在 30 分鐘可以達到 20 公分高(底部 5 公分是預留水位，15 公分每 1 公分水位需 2 分鐘時間)，而抽出的水量，剛好可以使 A 的岩石裸露出來，岩石上的寶螺也會裸露出來，面臨退潮無水情況。

2. 同時在 B 底部放置另一個馬達，可以將 B 的水抽回 A，並調整馬達流速，使 15 公分高水量可以持續進行 30 分鐘，進行完畢，A 的水位又可以回到原來淹沒所有岩石的狀態，模擬漲潮。

◎步驟二：搭配海浪衝擊同時進行

1. 進行退潮時，同時將製造海浪的大馬達啟動，海浪每半分鐘進行一次，並使整個退潮過程可以持續進行 30 分鐘，測試完畢，接著關閉退潮馬達，改測試漲潮馬達，一樣在海浪衝擊情況下讓漲潮馬達可以持續進行 30 分鐘，使 B 的水抽回 A。

◎步驟三：模擬夜間進行

1. 為使實驗在夜間進行，我們添購兩組定時器，可以定時啟動、定時關閉，我們先在白天測試，讓退潮馬達早上 9 點啟動，並定時在 9:30 關閉，此時是退潮狀態，但海浪仍然可以繼續進行，模擬野外退潮時仍有海浪進行，三個鐘頭後(約 13:00)，另一組定時器啟動漲潮馬達，並在半小時後自動關閉漲潮馬達，此時 A 水位可以達到漲潮狀態。

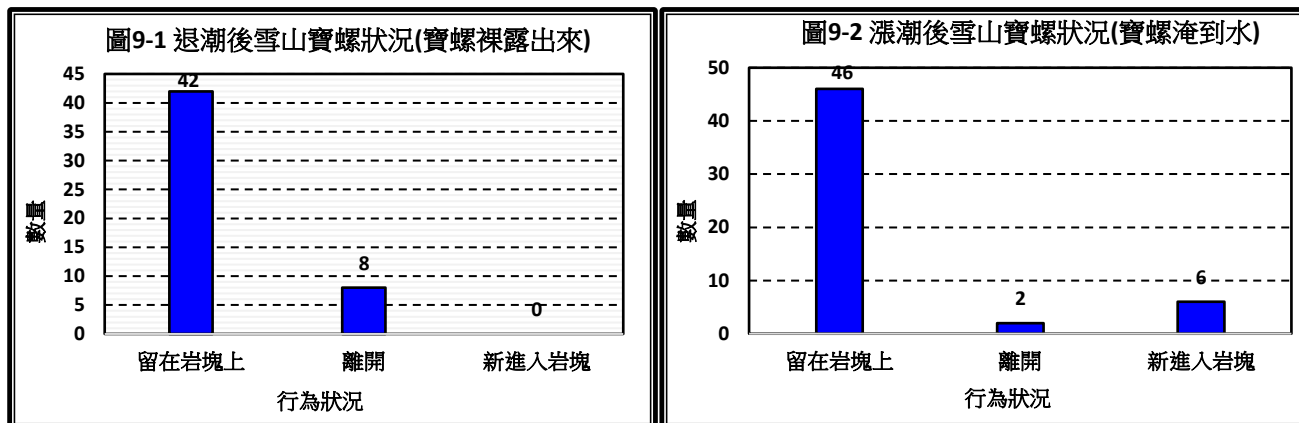
Ps.為何 3 個鐘頭後進行漲潮，如果平均一天各兩次漲退潮，那應該 6 小時進行，但因雪山寶螺主要棲息在靠近亞潮帶的位置，海水剛開始退時，牠們其實並沒有被影響到(仍然在海裡面)，時間要到接近乾潮時，雪山寶螺才會漸漸裸露出來，一直到最低乾潮時間點，接著開始慢慢漲潮，也是一波一波慢慢被影響到，這裸露過程並沒有長達六個小時，我們野外調查時，完整可調查時間也大約只有兩小時左右，因此設定三小時後進行漲潮。

◎步驟四：裝置實驗魚缸

	
◎ 量測退潮馬達抽水水位	◎ 設定馬達定時器時間
	
◎ 利用白天測試馬達定時器準確性	◎ 加入每 30 秒一次的海浪沖擊
	
◎ 模擬漲潮時，雪山寶螺狀況	◎ 模擬退潮時，雪山寶螺狀況

1. 利用石塊墊高，並在最上層選用稍微平坦且有藻類的岩石，放置 20 隻雪山寶螺在岩石上，並裝置夜間照明，以及夜間全程錄影，隔天利用表格記錄影片中的雪山寶螺動態。
2. 我們重點要記錄的分別是「退潮前岩石上雪山數量」、「退潮後岩石上雪山數量」、「漲潮前雪山數量」、「漲潮後雪山數量」，來分析漲退潮時是否有造成牠們移動。

(五)結果 2：

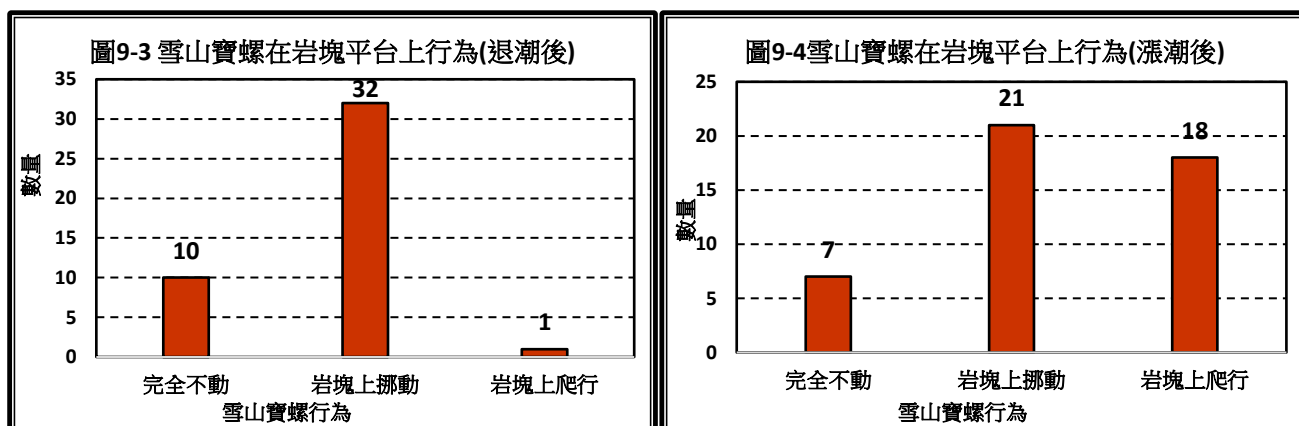


(六)發現與討論 2: 1.由圖 9-1、9-2 看出，雪山寶螺不管在退潮後(淹水→不淹水)，或是漲潮後(不淹水→淹水)，牠們繼續留在岩塊上的比例都是蠻高的，推測跟岩塊表面充足的食物有關。

2.退潮後有 8 隻離開平台的，我們發現這幾隻都有一個共通性，位置比較接近岩塊邊緣，或根本就已經在邊緣了，海水在一波一波的退時，牠們有機會往下方有水的地方移動，而且到了有水的地方就不再明顯移動，看起來應該只是有機會追到水便追，如果不確定哪個方向，似乎就不會離開，難怪我們在大退潮時，可以見到不少雪山寶螺裸露在岩塊石縫或石洞內，不需在潮池內或石塊下找尋。

3.漲潮後的行為中，也有少數會離開(2 隻)，也是靠近岩塊邊緣，而離開並不一定會再回來，難怪大部分還是留在岩塊上，另外，水漲起來的過程，也讓有些新的雪山寶螺爬上岩塊(6 隻)，應該也是上來找食物，因為上來的個體，進到藻類區，很多便停下來(可見到張嘴進食)，不過並不是每一隻都會準確的爬上來，很多都是在魚缸四處爬行，顯然牠們對食物位置的確認並不是很精準，多半四處爬行來找尋食物。

(七)結果 3：如圖(9-3、9-4)

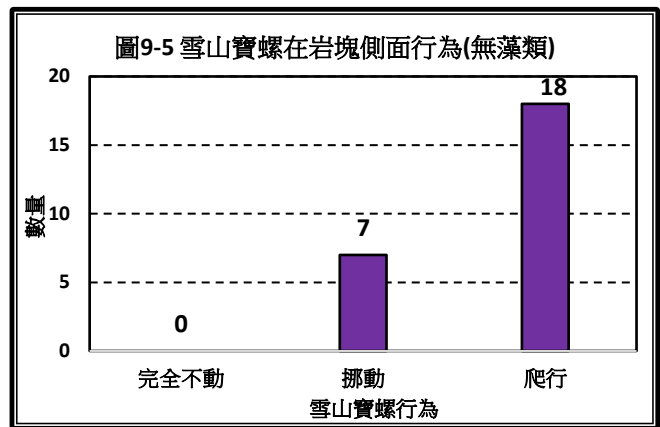


(八)發現與討論 3: 1.既然大部分雪山寶螺在漲退潮時，都是待在岩塊上，那在岩塊上又是甚麼情況呢？我們發現，即便是退潮後(不淹水了)，雪山寶螺並不是全然不動，大部分會微微挪動，時間一久，一直沒有海水淹過來，牠們便會縮在原處。(圖 9-3)

2.而漲潮後，岩塊上的雪山寶螺會有比較明顯的挪動(挪動的比退潮時多，像在進食)，也有蠻高比例會在岩塊上爬行，這跟我們夜行性實驗的結果還蠻吻合的，因為雖然牠們夜行性，但大部分寶螺並不會整晚都在動，大約只有 3-4 個小時在動。而經歷退潮 3 個小時的裸露後，漲潮淹到水時，應該就會有爬行或進食的行為。(圖 9-4)

(九)結果 4：沒有藻類時的狀況。(圖 9-5)

(十)發現與討論 4：1.海水退去時，並不是所有雪山寶螺都會剛好在岩塊平台上(藻類豐富)，有些是停留在側面(藻類不明顯)，一旦海水漲起來，側面的雪山寶螺幾乎都會移動，至少也有微微挪動位置，而絕大部分是四處爬行(18 隻)，這與平台岩塊最大的差別是藻類的豐富度，也就是雪山寶螺在有食物的狀態下(平台上)，其實漲退潮對牠們並沒有太大影響，大部分會待在平台上，但如果食物不充足(側面岩塊、玻璃壁)，一旦水淹上來，牠們就會有很明顯的爬行動作，由此可見，**食物的充足與否**，會決定牠們要不要爬離開。



大部分會待在平台上，但如果食物不充足(側面岩塊、玻璃壁)，一旦水淹上來，牠們就會有很明顯的爬行動作，由此可見，**食物的充足與否**，會決定牠們要不要爬離開。

研究十、想知道雪山寶螺與寄居蟹的關係？

※ 動機：這麼多的雪山寶螺，但卻很少看到以雪山寶螺為殼的寄居蟹，為何會如此呢？

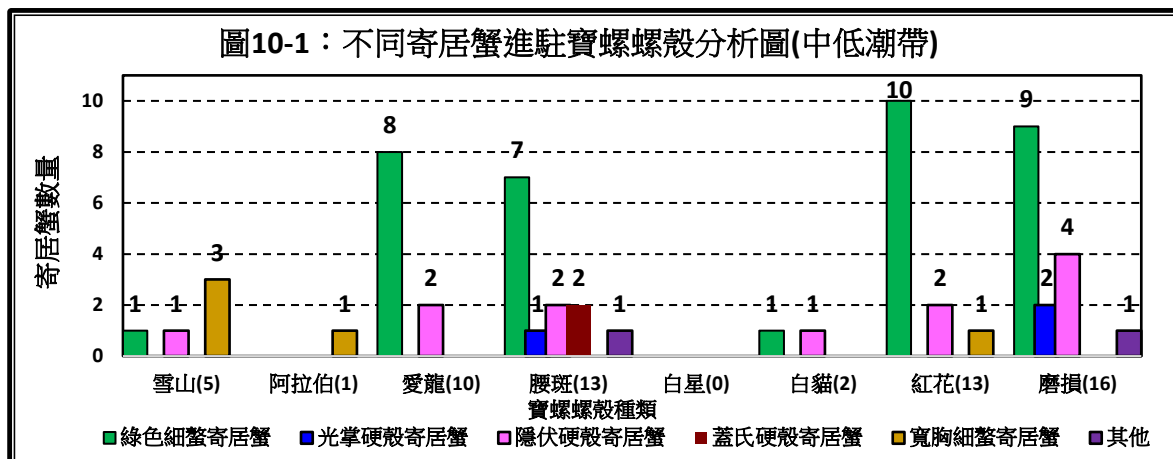
(一)方法 1：1.利用白天退潮時，到潮間帶儘可能地找尋每個寶螺螺殼，再將牠們靜置在小池子內，等寄居蟹伸出腳來時，便拍下照片，再利用圖鑑比對寄居蟹種類。



◎ 低潮帶尋找寶螺螺殼的寄居蟹

◎ 等待寄居蟹爬出來(都是綠色細螯寄居蟹)

(二) 結果 1：1.這個潮間帶那麼多的寄居蟹，真正要去找以寶螺螺殼為家的寄居蟹，還真的不容易，以愛龍、腰斑跟紅花螺殼被拿來寄居的最多，雖然雪山寶螺數量最多，但在這潮間帶被寄居的並不是很多。2.進駐的寄居蟹大部分都是綠色細螯寄居蟹，而較大型的阿拉伯、雪山寶螺則有寬胸細螯寄居蟹寄住。(圖 10-1)



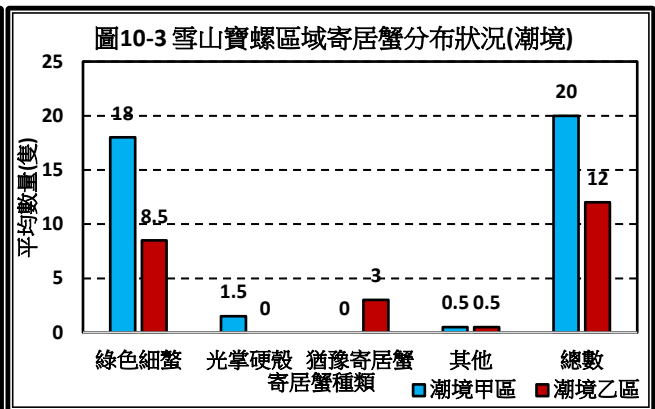
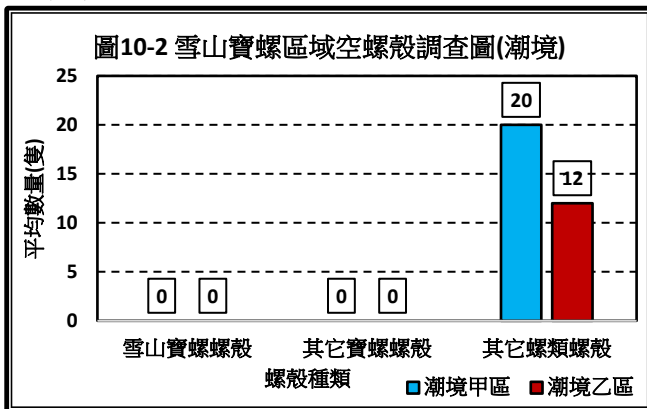
(三)發現與討論 1：1.愛龍、腰斑、紅花寶螺被寄住的數量、跟我們野外調查還蠻吻合的，應該是牠們棲息地大部分在低潮帶潮池內，死後的螺殼也有機會留在潮池內，不被海浪沖走。2.雪山寶螺數量雖然最多，但因為都在低潮帶接近亞潮帶的地方，而且大部分會裸露在平台的石縫、石洞，一旦死亡，螺殼被海浪沖走的機率是很高的。

3.寶螺的螺口雖然是細扁形的，但潮間帶可以找到的寶螺螺殼，幾乎也都有寄居蟹寄住著，可見得寄居蟹並不會因為寶螺螺口較狹窄而不去寄居，只是螺殼不一定會留下來。

※ 疑問：如果到雪山寶螺棲息區域，是否就可以找到很多雪山寶螺螺殼呢？

(四)方法 2：1.利用大退潮，以 50cm*50cm 方框隨機在雪山寶螺出沒的區域取樣，記錄寶螺螺殼及寄居蟹種類。

(五)結果 2：如圖 10-2、10-3



(六)發現與討論 2：1.分別在潮境雪山棲息區域的甲區、乙區調查空殼狀況，我們發現不論甲區或乙區，50*50 方框取樣的空殼，沒有一個是雪山寶螺，連其它種類的寶螺都沒有(圖 10-2)，而且較靠海的乙區，寄居蟹的數量似乎有減少趨勢。

2.分析雪山寶螺區域寄居蟹的組成，雖然還是以綠色細螯寄居蟹居多(圖 10-3)，不過靠海的乙區出現了猶豫寄居蟹，這種類並沒有在之前調查的中低潮帶出現過(圖 10-1)，顯然寄居蟹種類也隨著與海的距離而有所差異。

3.數量穩定的雪山寶螺死後，空殼留在潮間帶的並不多，是否到了海底有被利用則不得而知。

※ 疑問：為什都是綠色細螯寄居蟹呢？

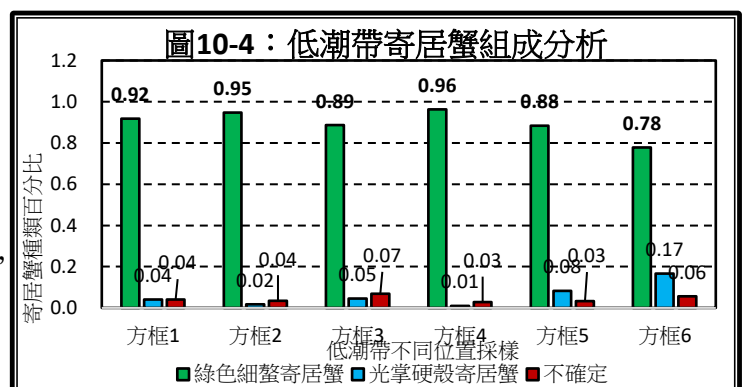
(七)方法 3：我們利用 50cm*50cm 的方框，在低潮帶隨機取樣，取樣六次，並將方框內的寄居蟹都集中



到盤子內，等牠們伸出腳來時，辨識是哪種寄居蟹，再計算各種類數量。

(八)結果 3：不管是哪一種螺殼，將近九成的寄居蟹都是綠色細螯寄居蟹。(圖 10-4)

(九)發現與討論 3：1.原來這個潮間帶中，綠色細螯寄居蟹是最大族群，難怪找到的寶螺螺殼，大部分都是被綠色細螯寄居蟹寄住，並不是因



為綠色細螯寄居蟹比較會進駐螺殼。

2. 寶螺螺殼在潮間帶比例雖然不高，但仍是寄居蟹可以利用的空殼，並不適宜帶離潮間帶。

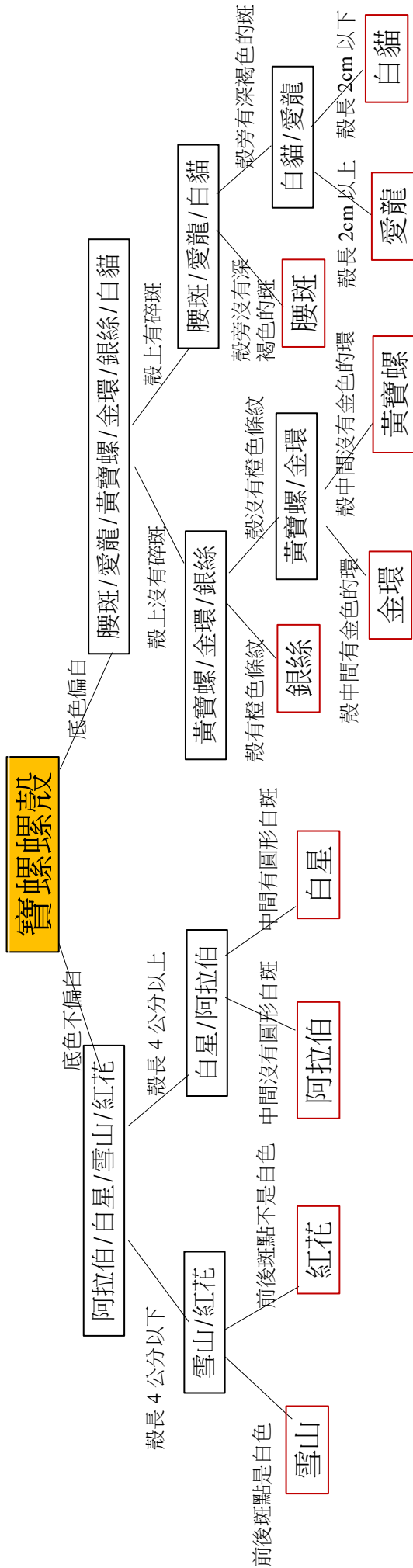
伍、結論

- 一、潮境潮間帶共可發現 10 種寶螺，以雪山寶螺數量最多、也最穩定，主要棲息在低潮帶與亞潮帶之間的區域。
- 二、寶螺是夜行性生物，夜晚至少有 2.5 小時在移動，而白天也會有更換位置的情況。
- 三、寶螺的食性很雜，且每種寶螺食性不太一樣，除了藻類也會進食海綿等動物，雪山寶螺則以紅藻較喜愛。
- 四、進到潮間帶的雪山寶螺大多已達成熟狀態，不再成長，大約可存活 2-3 個月。
- 五、雪山寶螺數量穩定，幾乎一整年都可以見到，不過冬季數量較多。
- 六、雪山寶螺不會同時產卵，而是一年四季陸續產卵，產卵完母螺會有護卵行為。
- 七、雪山寶螺只要是紅綠藻交接處、有石縫、接近亞潮帶的區域都可能出現，不一定要是海蝕平台。
- 八、雪山寶螺會因為海浪沖擊而選擇衝擊力較弱的位置棲息。
- 九、藻類充足情況下，雪山寶螺並不會因漲退潮而離開棲息位置，因此大退潮時會裸露。
- 十、死後的雪山寶螺螺殼是會被寄居蟹利用，但多數都沒有留在潮間帶。
- 十一、劃歸保育的區域，雪山寶螺數量起伏較小，有助於牠們穩定永續繁衍。

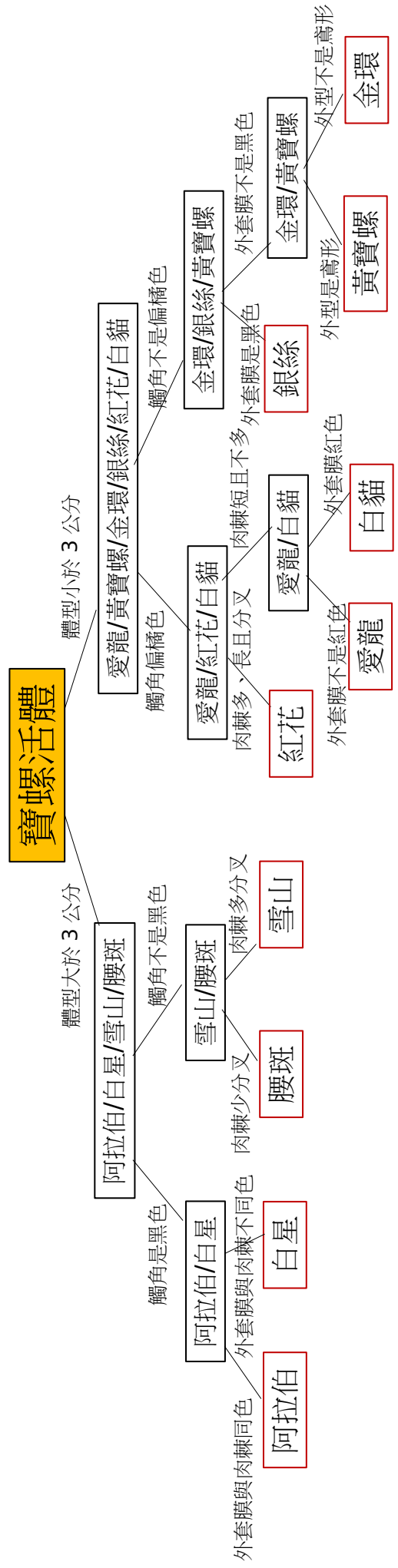
陸、參考資料及其他

- 一、南一書局自然與生活科技第三冊第二單元水中生物。
- 二、陳育賢。2001.海岸生物(二)(三)—台灣潮間帶生物 700 種(二)。渡假出版社有限公司。
- 三、賴景陽。2008.台灣貝類圖鑑。貓頭鷹出版社。
- 四、陳揚文。2011.一個潮池的秘密。行人文化實驗室。
- 五、鄭明修。1994.東北角海岸風景特定區自然生態資源調查與監測（一）。交通部觀光局東北角海岸國家風景區管理處出版。100-112.
- 六、鄭明修。1996.東北角海岸風景特定區自然生態資源調查與監測（二）。交通部觀光局東北角海岸國家風景區管理處出版。102-112.
- 七、鄭明修。1997.東北角海岸風景特定區自然生態資源調查與監測（三）。交通部觀光局東北角海岸國家風景區管理處出版。120-129.
- 八、鄭明修。1998.東北角海岸風景特定區自然生態資源調查與監測（四）。交通部觀光局東北角海岸國家風景區管理處出版。124-134.
- 九、譚天錫，白振宇，夏國經。1986.臺灣東北角海岸海貝(腹足綱與雙殼綱)之調查。貝類學報:12:27-47.
- 十、Kuroda, T. (1941).A catalogue of molluscan shells from Taiwan(Formosa), with description of new species. Memoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University22: 65-216. (in Japanese)
- 十一、Okutani, T. (ed.). 2000. Marine Mollusks in Japan. Tokai Univ. Press, Tokyo.

Key-1：潮境潮間帶寶螺螺殼檢索表



Key-2：潮境潮間帶寶螺活體檢索表



【評語】 080313

1. 進行兩年潮間帶寶螺的生態觀察，觀察記錄仔細，發現位於潮間帶的雪山寶螺多為成熟個體。設計了多面向的模擬實驗探究雪山寶螺在海浪衝擊與漲退潮情境下的適應情形，研究詳實，資料豐富，且能依據研究數據做適當的分析與推論。結果具有生態保育的參考價值。
2. 研究主題與研究問題的發展上可更聚焦於雪山寶螺，對於為何研究寄居蟹的說明可更仔細，所有的實驗都應說明樣本數，也應說明野外調查的樣區範圍及面積，以利追蹤比較。

摘要

我們的研究以東北角潮境與蝙蝠洞潮間帶為觀查地點，針對寶螺進行將近兩年的調查，除了調查出寶螺種類，更以數量最多的雪山寶螺為主題，進行數量、體長、護卵的資料蒐集，在體長資料的分析中，發現潮間帶的雪山寶螺並沒有明顯成長的跡象。另外也意外發現海溝兩側雪山寶螺數量的差異後，設計海浪沖擊實驗，實驗結果與野外狀況相吻合，雪山寶螺較不容易面向浪。再利用此海浪模組，設計漲退潮實驗，發現雪山寶螺在藻類充足下，並不會隨意離開岩塊。

接著利用不同季節的飼養結果(無成長)、卵堆出現狀況(一年四季)、母螺護卵時的體長(2.1~3.5cm)，推測雪山寶螺應是陸續進到潮間帶，陸續產卵，以達分散風險，且進到潮間帶的雪山寶螺應該已經達到成熟狀態。

壹、研究動機

經常到學校附近潮間帶玩耍的我們，從未注意到海邊有那麼漂亮的生物—寶螺，牠們有著獨特的外套膜讓自己的殼更光亮，這是很很有意思的生物，但我們對牠們的認識卻相當有限，於是我們決定展開一系列對寶螺的觀察與研究，希望可以對這種生物的生態有更完整的了解。

貳、研究目的

- 一、想知道潮境潮間帶寶螺種類、外觀特徵與棲息環境？
- 二、想知道寶螺白天與夜晚的活動狀況？及光線對牠們的影響？
- 三、想知道寶螺的攝食狀況？
- 四、想知道潮間帶寶螺的成長狀況(並以雪山寶螺擴增研究)？
- 五、想知道整年度各種寶螺出現狀況(潮境與蝙蝠洞)？
- 六、想了解雪山寶螺的繁殖狀況？
- 七、想知道不同環境地形對雪山寶螺棲息的影響？
- 八、想知道海浪沖擊對雪山寶螺棲息的影響？
- 九、想知道漲退潮對雪山寶螺活動的影響？
- 十、想知道寶螺與寄居蟹的關係？

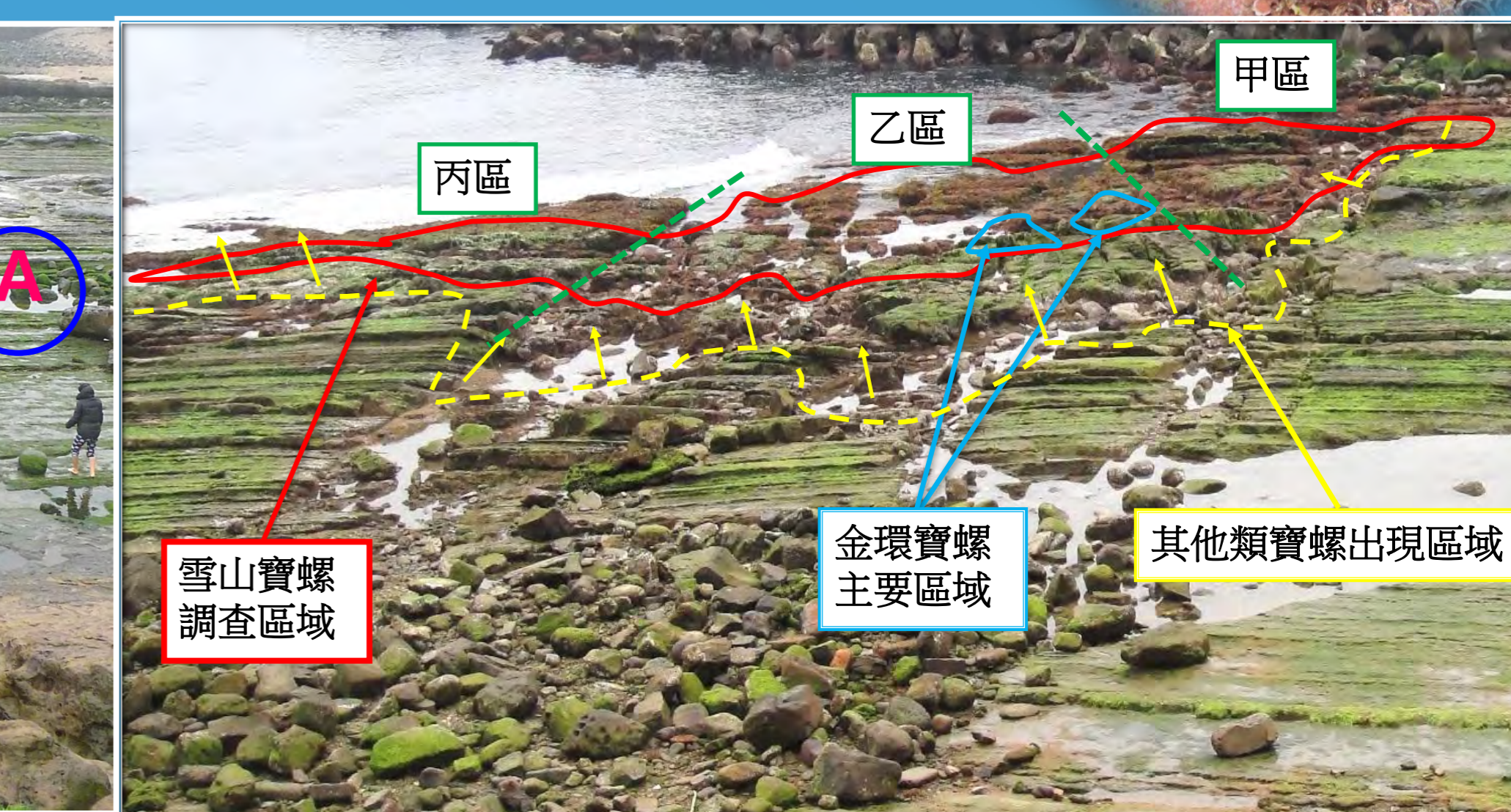
參、研究設備及器材

- 一、實驗室飼養(30公分水族箱數組、檯燈、海水大水箱等)
- 二、攝影實驗組(攝影機、相機、腳架)
- 三、體長實驗組(游標尺、培養皿、淺盤子)
- 四、觀察工具(顯微鏡、放大鏡)
- 五、野外調查採集(水桶、塑膠盒)
- 六、海浪沖擊與漲退潮實驗(3呎魚缸*2、馬達*3、造浪塑膠盒數個、定時器*2、水管*4)

肆、研究過程、方法、研究結果及討論

研究一、想知道潮間帶寶螺種類、外觀特徵與棲息環境？

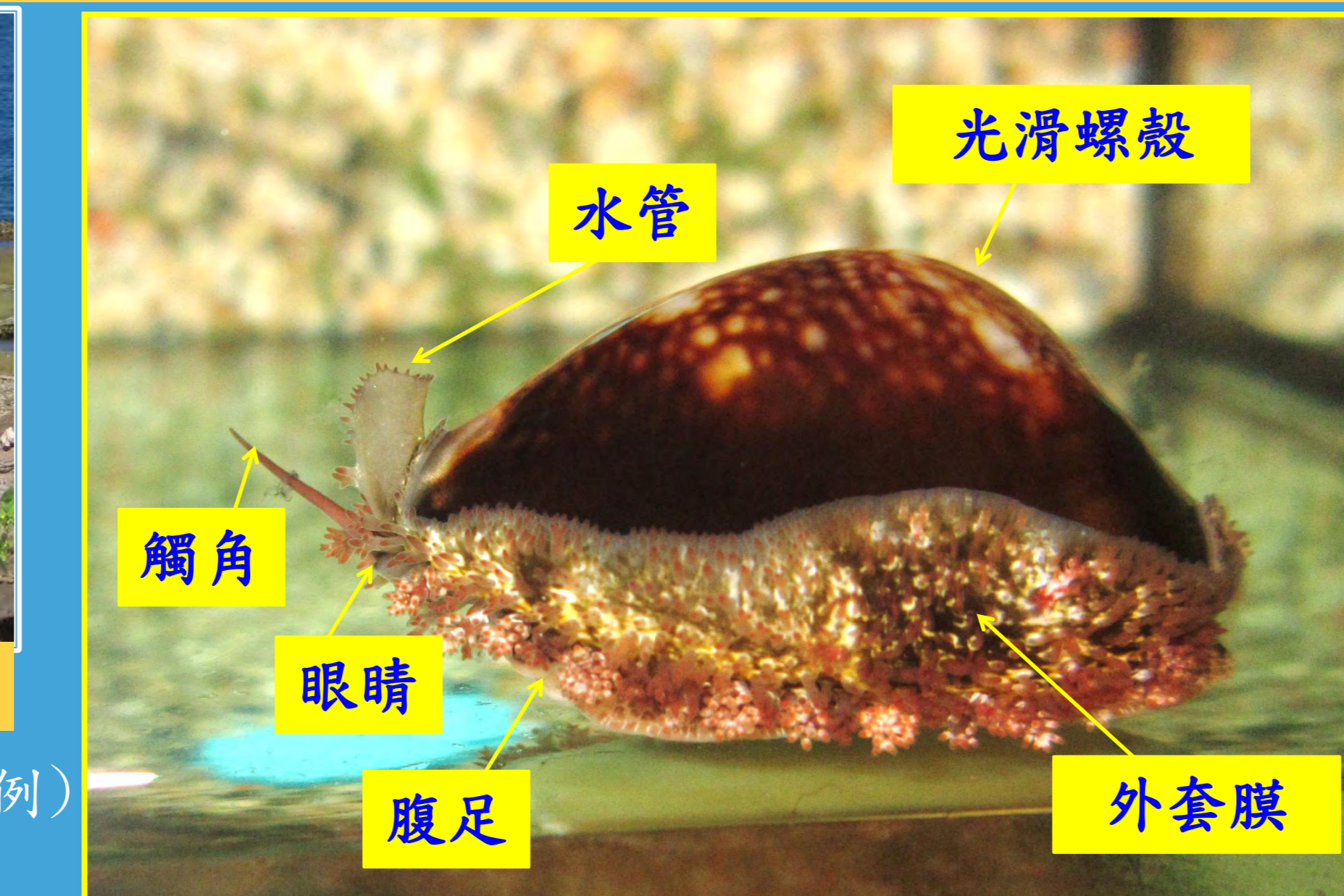
- (一) 方法：1. 野外踏查、記錄。 2. 106/6開始，加入了10公里外的另一個潮間帶的調查(蝙蝠洞)
3. 每個月會有兩次較大的退潮(農曆初一、十五附近)(夏、冬才有-50以上大退潮，春、秋則沒有)，我們在這兩次大退潮會分別到潮境與蝙蝠洞進行寶螺數量與體長的調查。



◎ 實驗研究區域地理位置圖

◎ 潮境潮間帶實驗研究區域(研究初期105/8~105/10)

◎ 潮境潮間帶雪山寶螺調查區域(中後期105/11~107/6)



◎ 蝙蝠洞潮間帶實驗研究區域圖(106/6~107/6)

- (二) 結果：1. 寶螺外觀如右圖(以雪山寶螺為例)
2. 表1-1 潮境潮間帶各類寶螺外觀比較

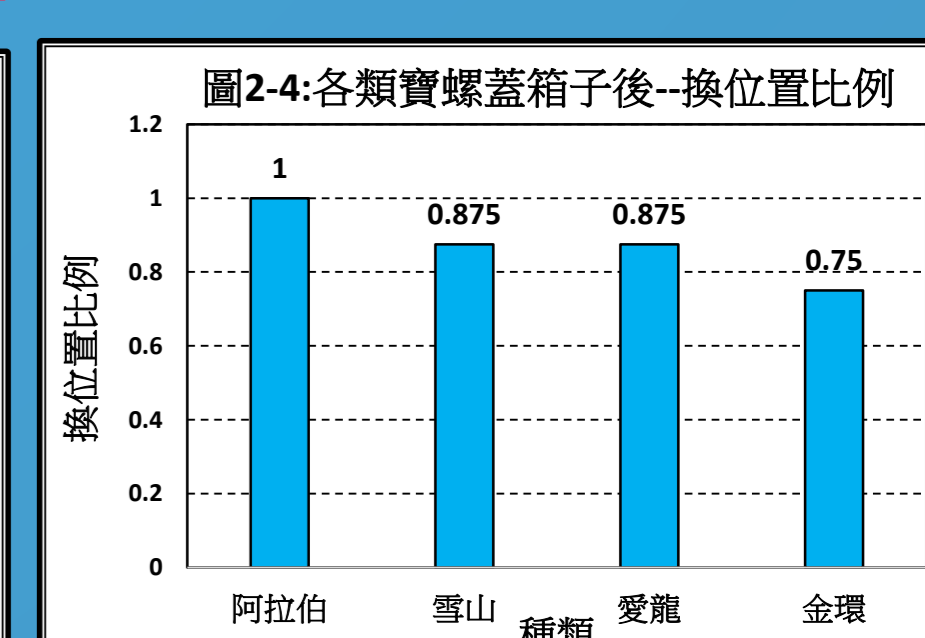
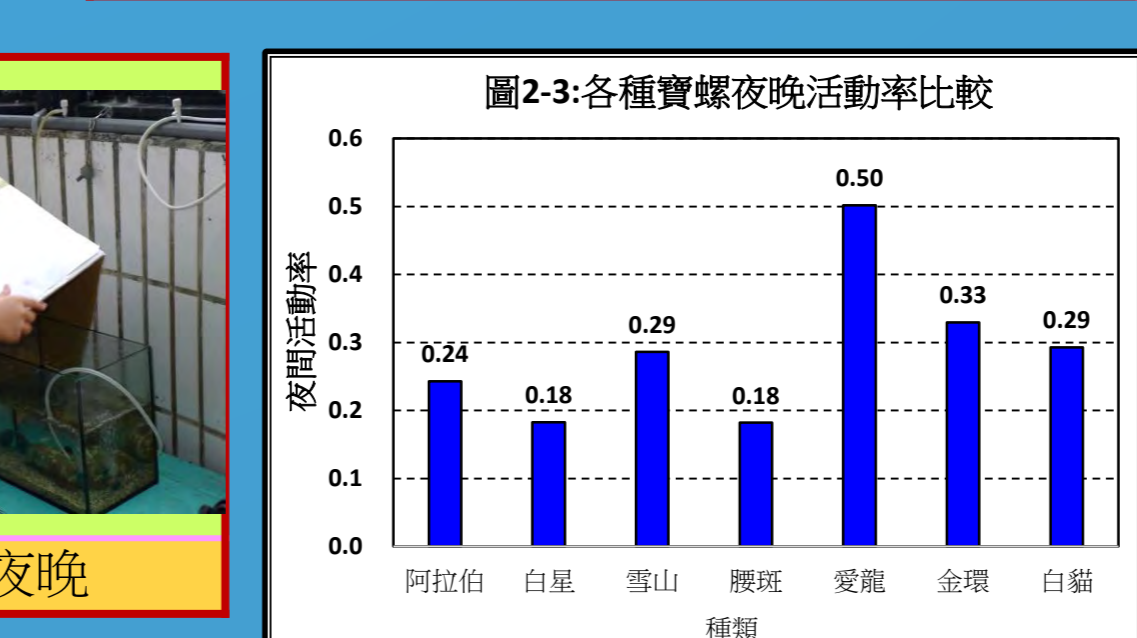
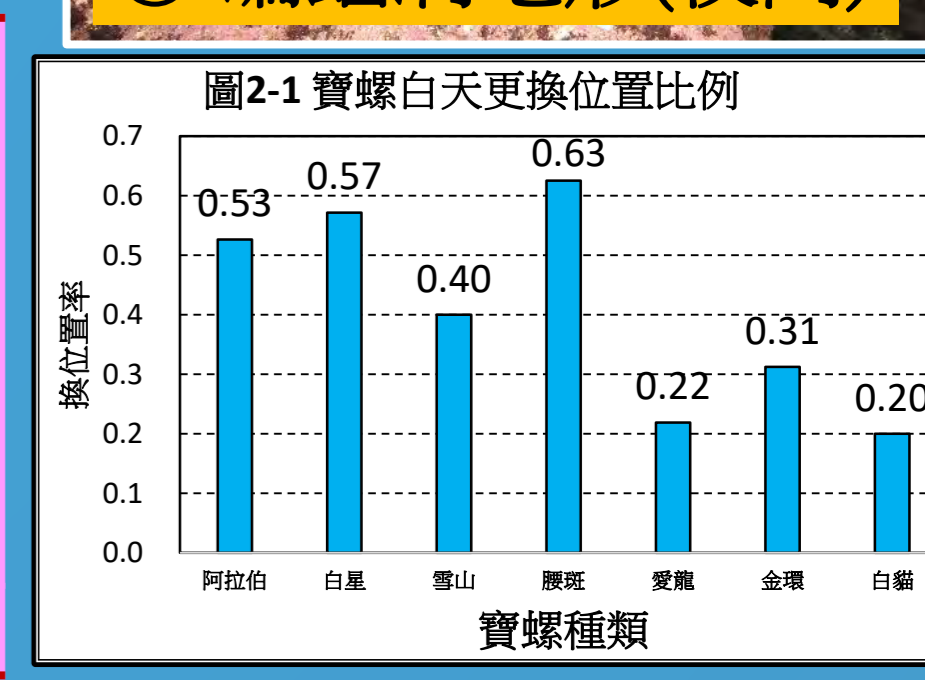
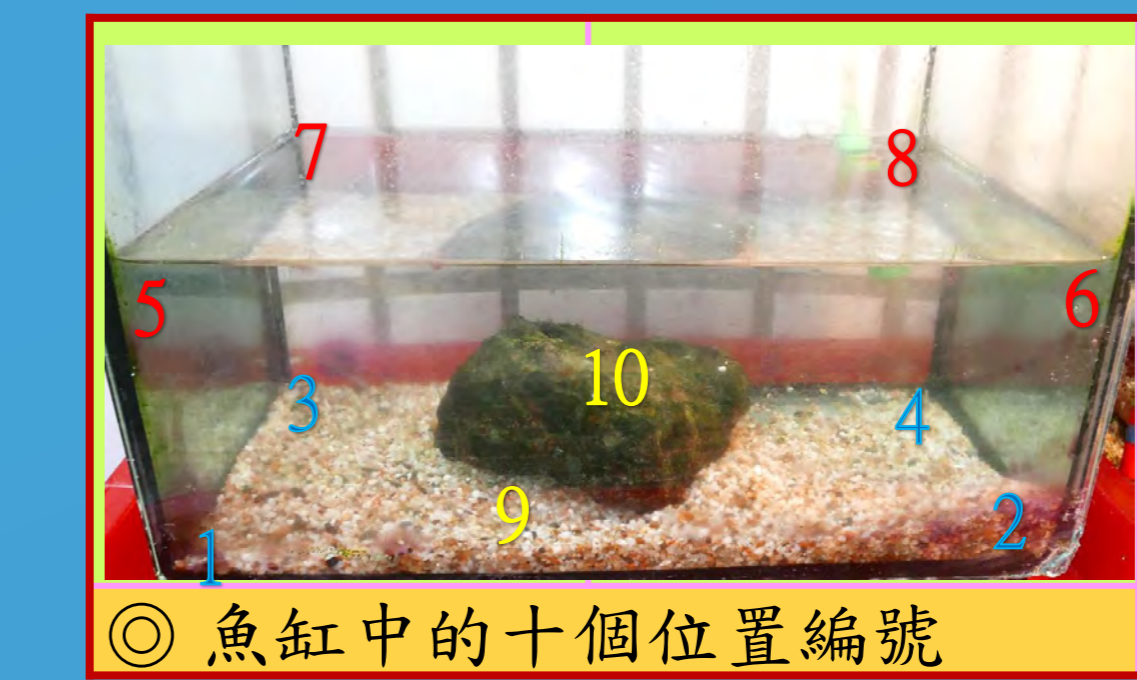
種類	阿拉伯寶螺 <i>Cypraea arabica</i>	白星寶螺 <i>Cypraea vitellus</i>	雪山寶螺 <i>Cypraea caputserpentis</i>	腰斑寶螺 <i>Cypraea erosa</i>	愛龍寶螺 <i>Cypraea errones</i>	紅花寶螺 <i>Cypraea helvola</i>	黃寶螺 <i>Cypraea moneta</i>	金環寶螺 <i>Cypraea annulus</i>	花貓寶螺 <i>Cypraea listeria</i>	銀絲寶螺 <i>Cypraea clandestina</i>
螺殼										
外套膜										
體長	7 cm	4 cm	3.4 cm	3.2 cm	2.8 cm	2.3 cm	2.5 cm	2.5 cm	1.2 cm	1.2 cm



- (三) 發現與討論1：必須是大退潮的時間(潮高-50以下)去調查，才能到寶螺棲息區域，雪山寶螺幾乎都在低潮帶與亞潮帶交接附近，也就是紅藻跟綠藻重疊的範圍出現，數量非常可觀。

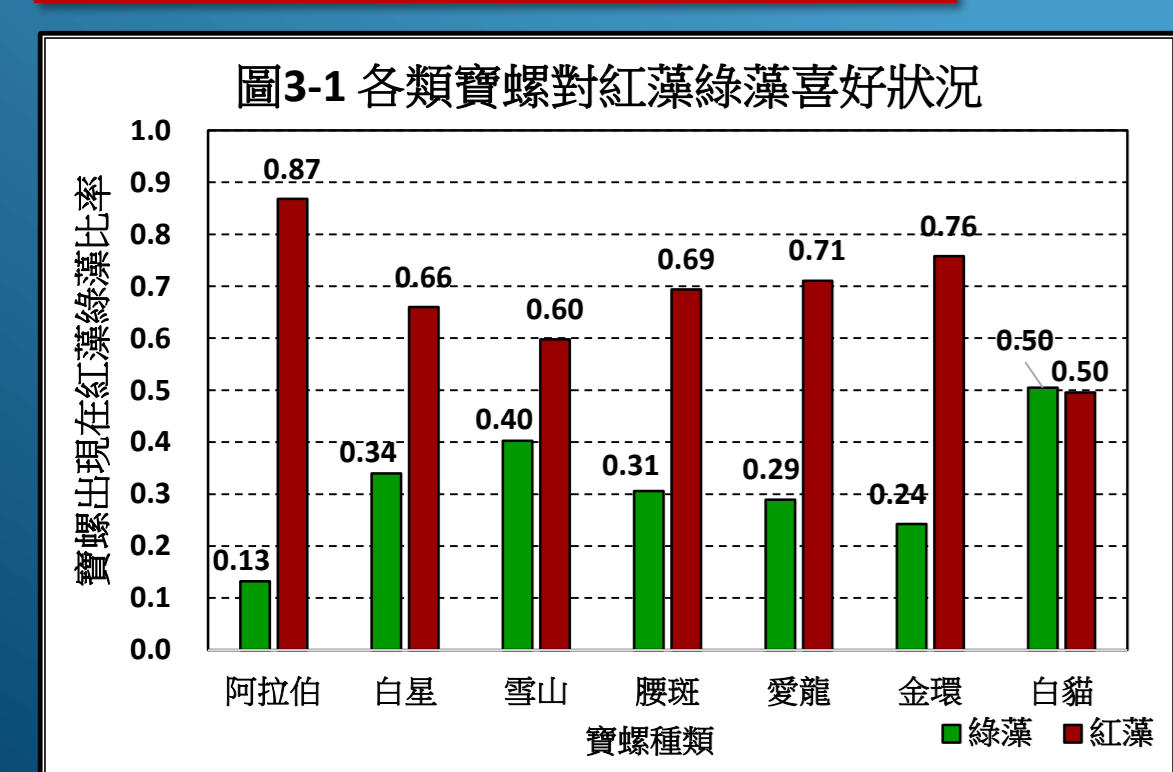
研究二、想知道寶螺白天與夜晚的活動狀況？及光線對牠們的影響？

- (一) 方法1(白天是否會動)：魚缸中標出10個不同位置，長期記錄在「白天」時寶螺位置的變化。
- (二) 結果1：大部份寶螺白天幾乎是不動的，不會一直爬來爬去，但牠們可能會更換位置。
- (三) 方法2(夜間活動狀況)：在夜間時點上微亮的光，並架設攝影機長時間拍攝，隔天透過影片瀏覽，再計算各個寶螺的夜間活動率(活動時間/夜間總時間)。
- (四) 結果2：每種寶螺夜間至少都有2.5小時以上爬行。
- (五) 方法3(光線是否有關)：白天時利用大箱子蓋上，使光線完全不會進入，每隔一個鐘頭翻開一小縫觀察寶螺位置與外套膜狀態。

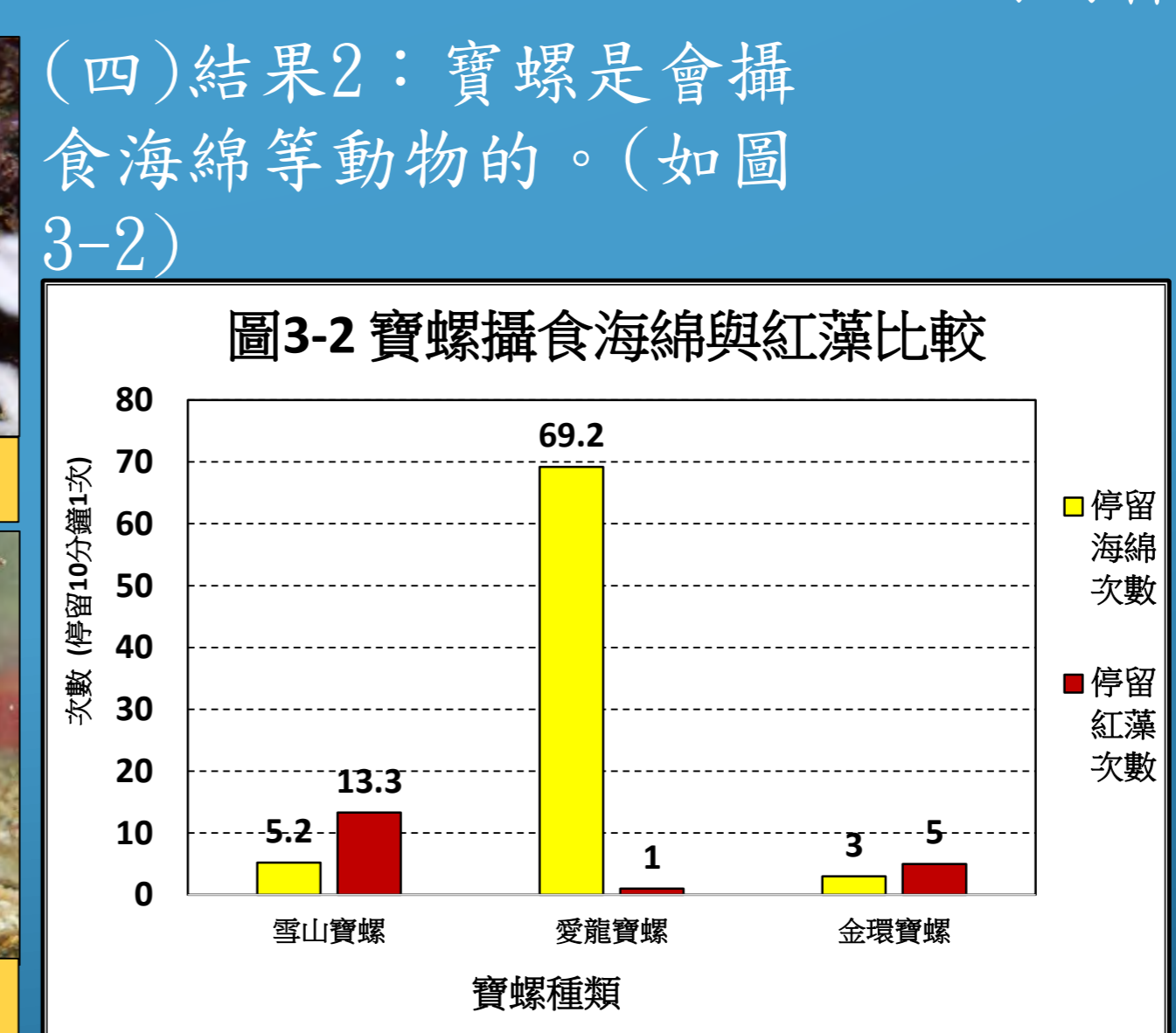


研究三、想知道寶螺的攝食狀況？

- (一) 方法1：魚缸兩邊各放一紅藻與綠藻石塊，每天記錄這些寶螺待在紅藻區與綠藻區的隻數(共進行20天)，看牠們對不同藻類是否有不同喜好。
- (二) 結果1：1. 大部份寶螺似乎對紅藻較喜愛。(如圖3-1)



- (三) 方法2：1. 將有海綿的岩塊敲落，帶回實驗室試驗。
2. 放入雪山、金環、愛龍三種寶螺飼養，並利用夜間攝影，觀察牠們攝食狀況。
3. 在夜間進行，以牠們停留時間來進行量化比較，每停留十分鐘算一次，六個夜晚的實驗，計算牠們平均每晚停留幾次，停的越久，代表活動與進食的量越多。

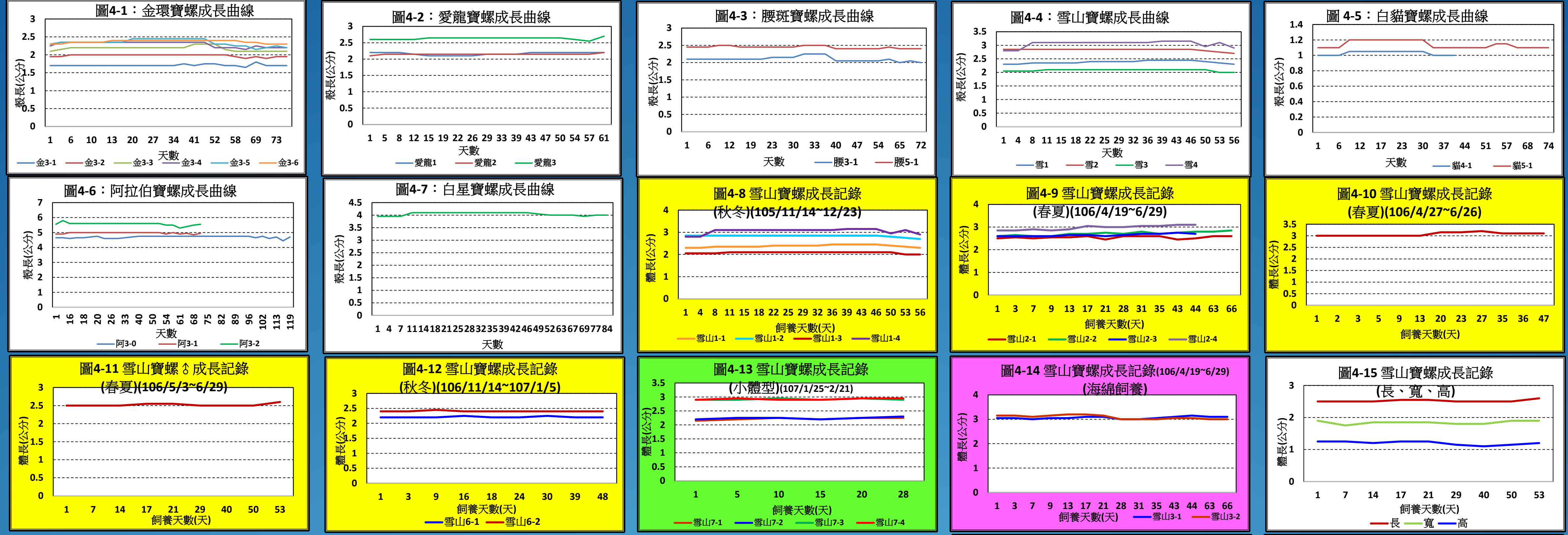


研究四、想知道這些寶螺的成長狀況？

- (一) 方法1(不同種類)：將寶螺(蝙蝠洞採集)分種類養在魚缸中，每週固定兩天用游標尺測量寶螺的長、寬、高。

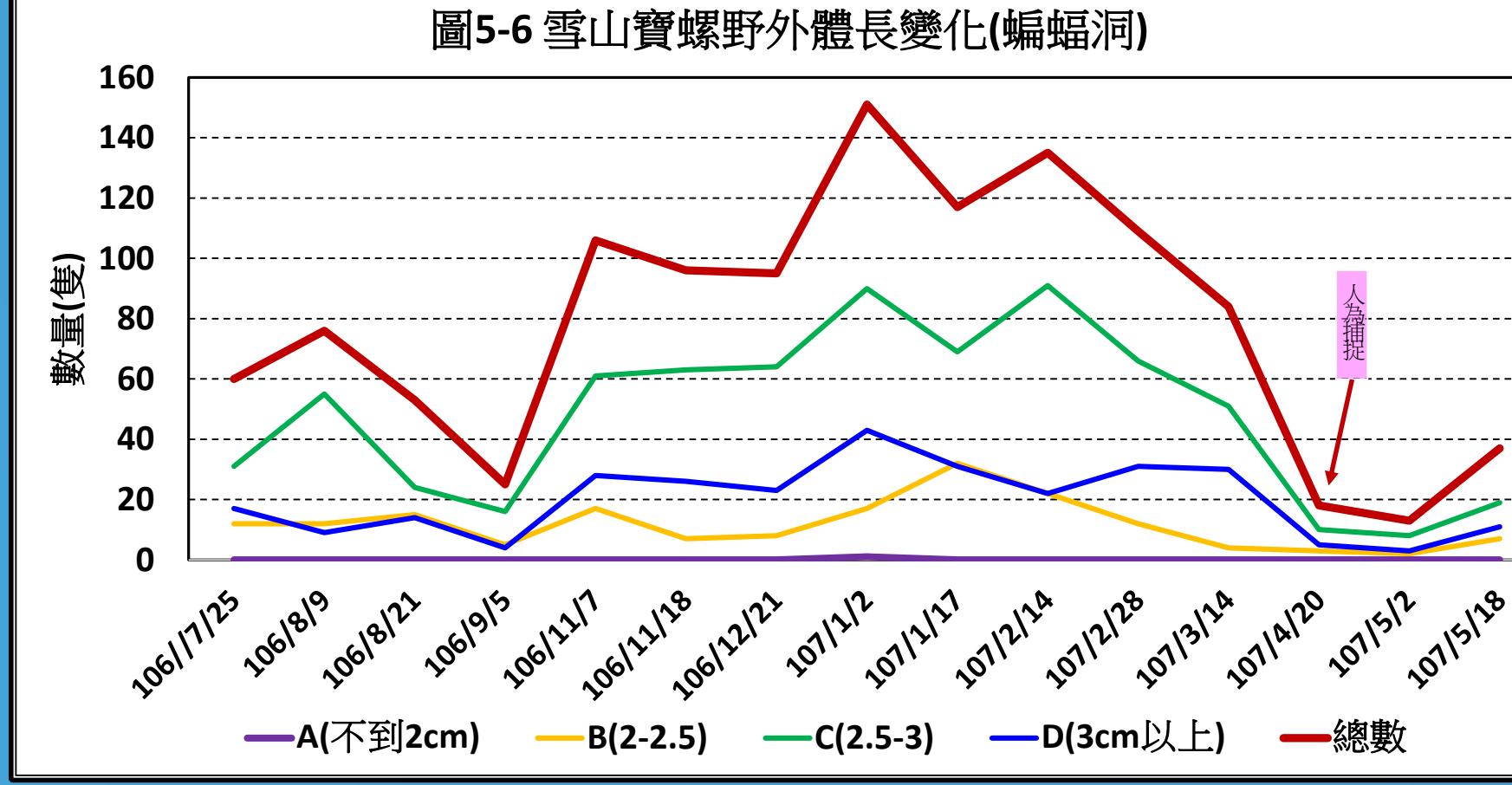
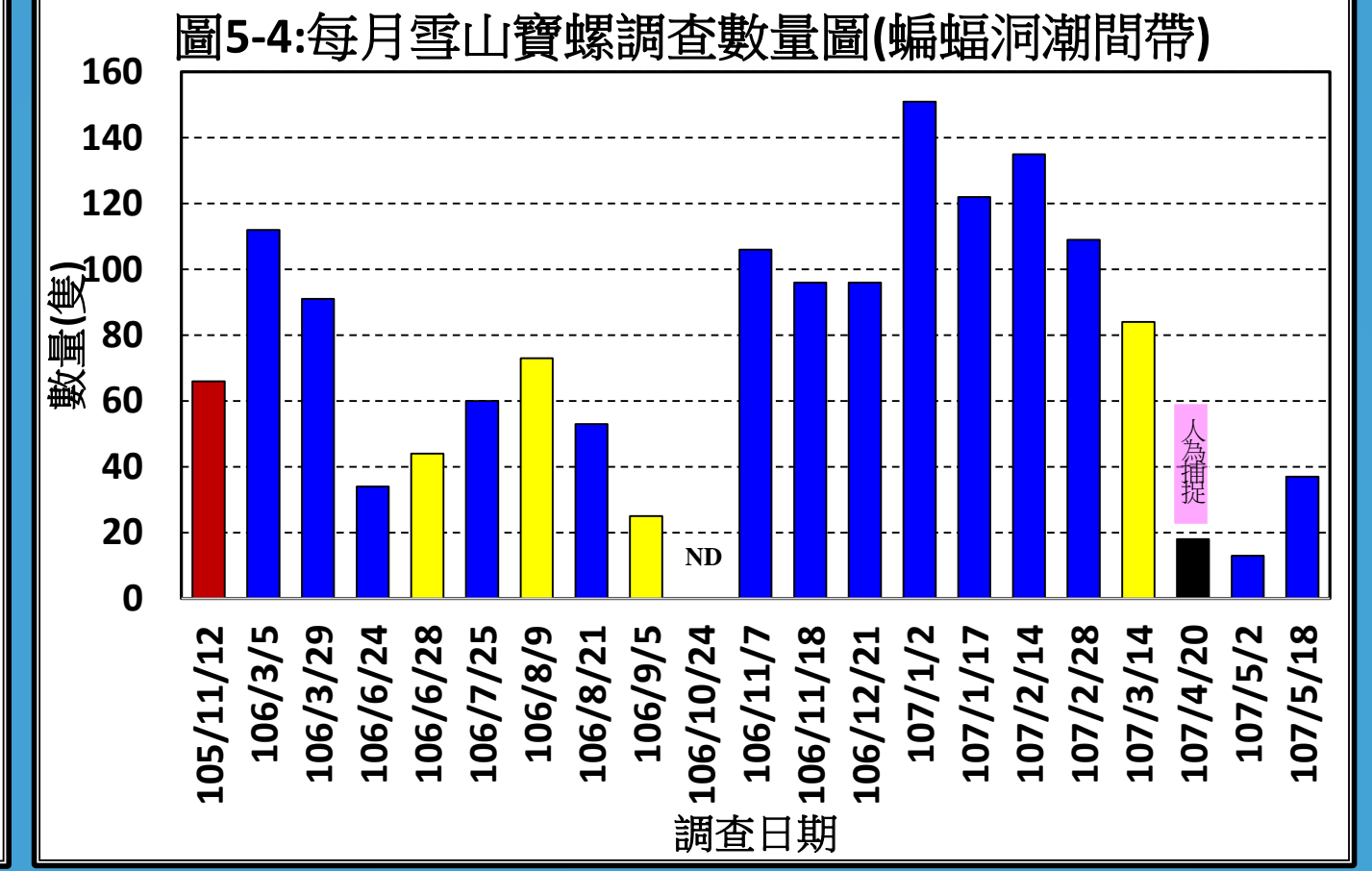
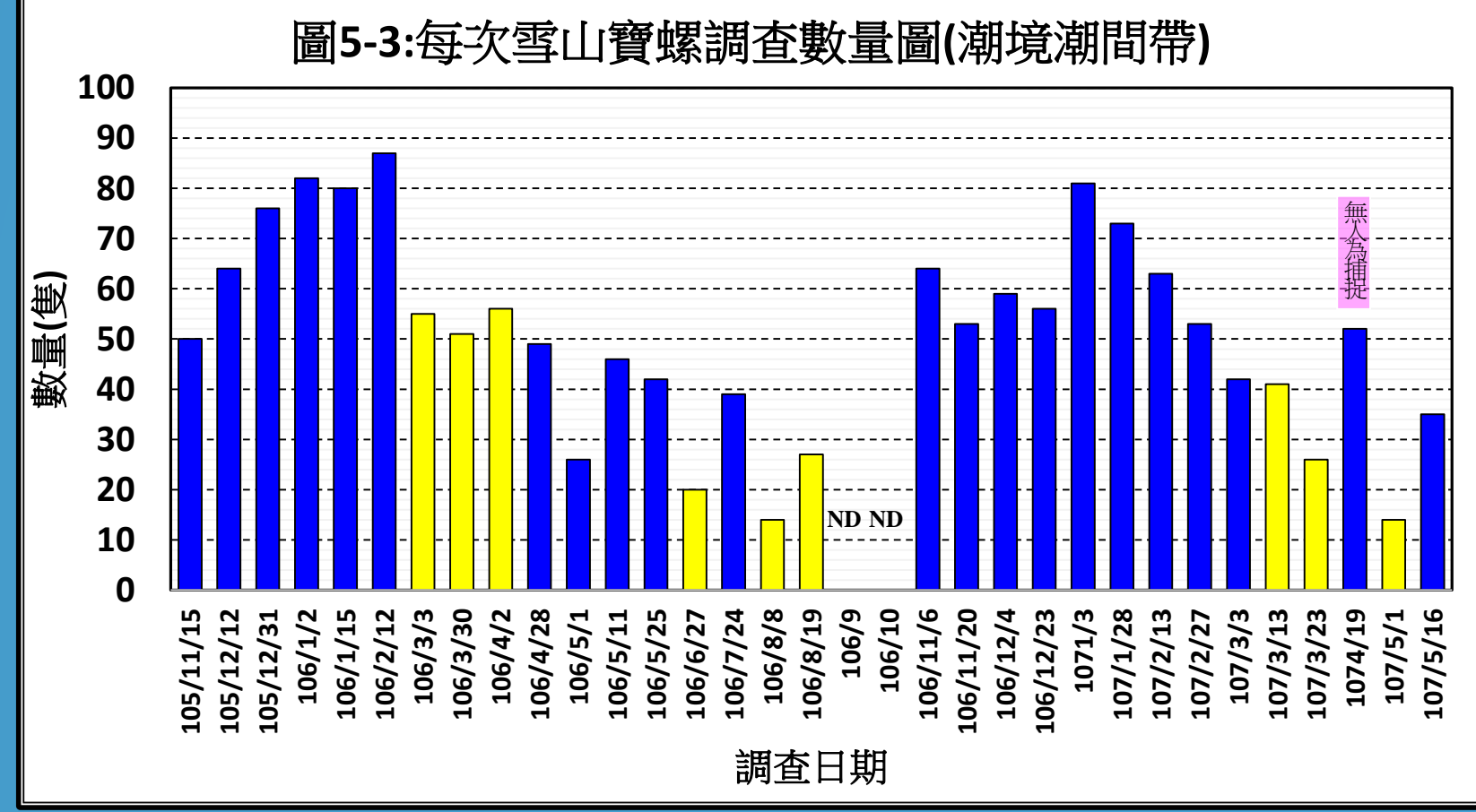
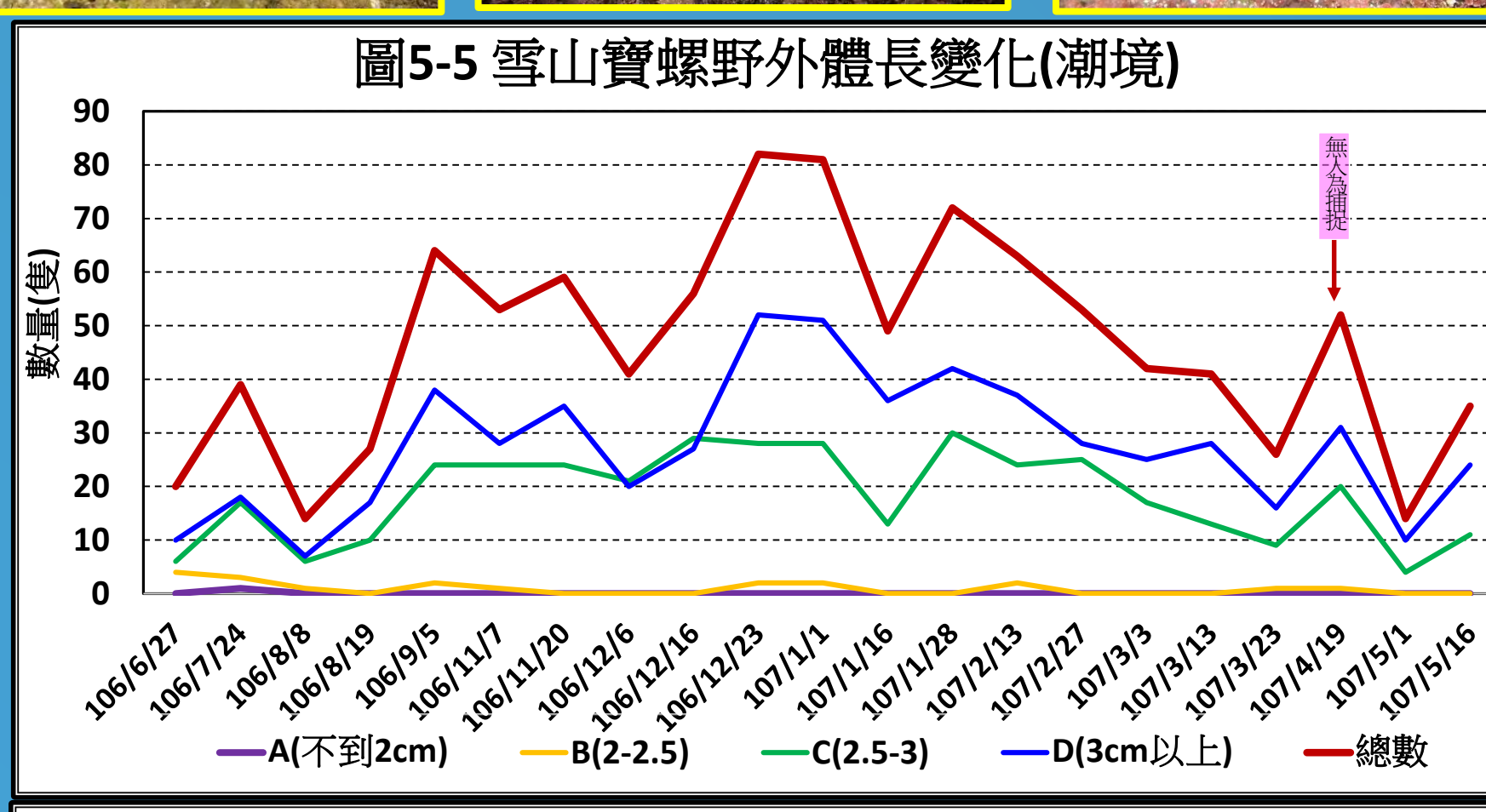
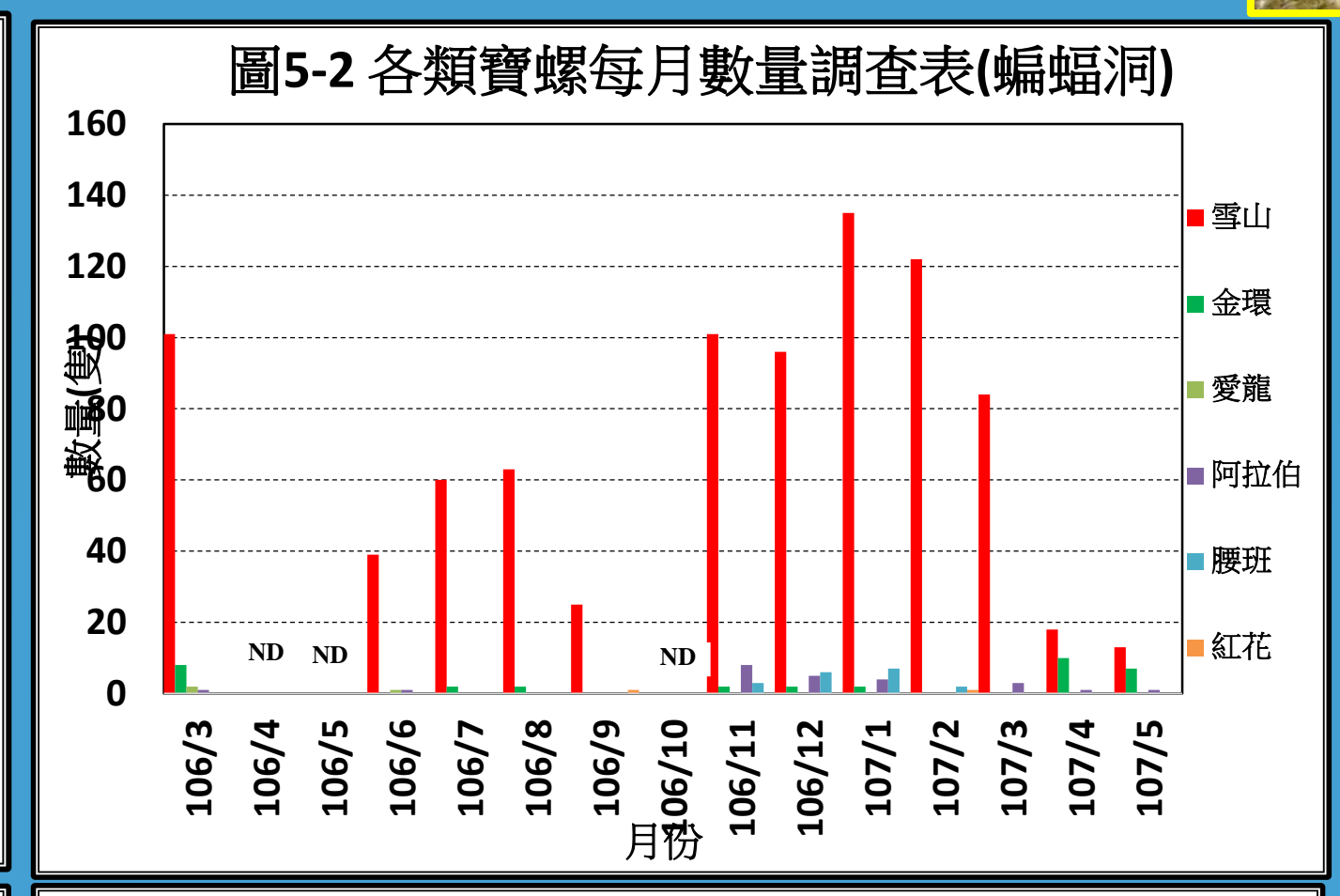
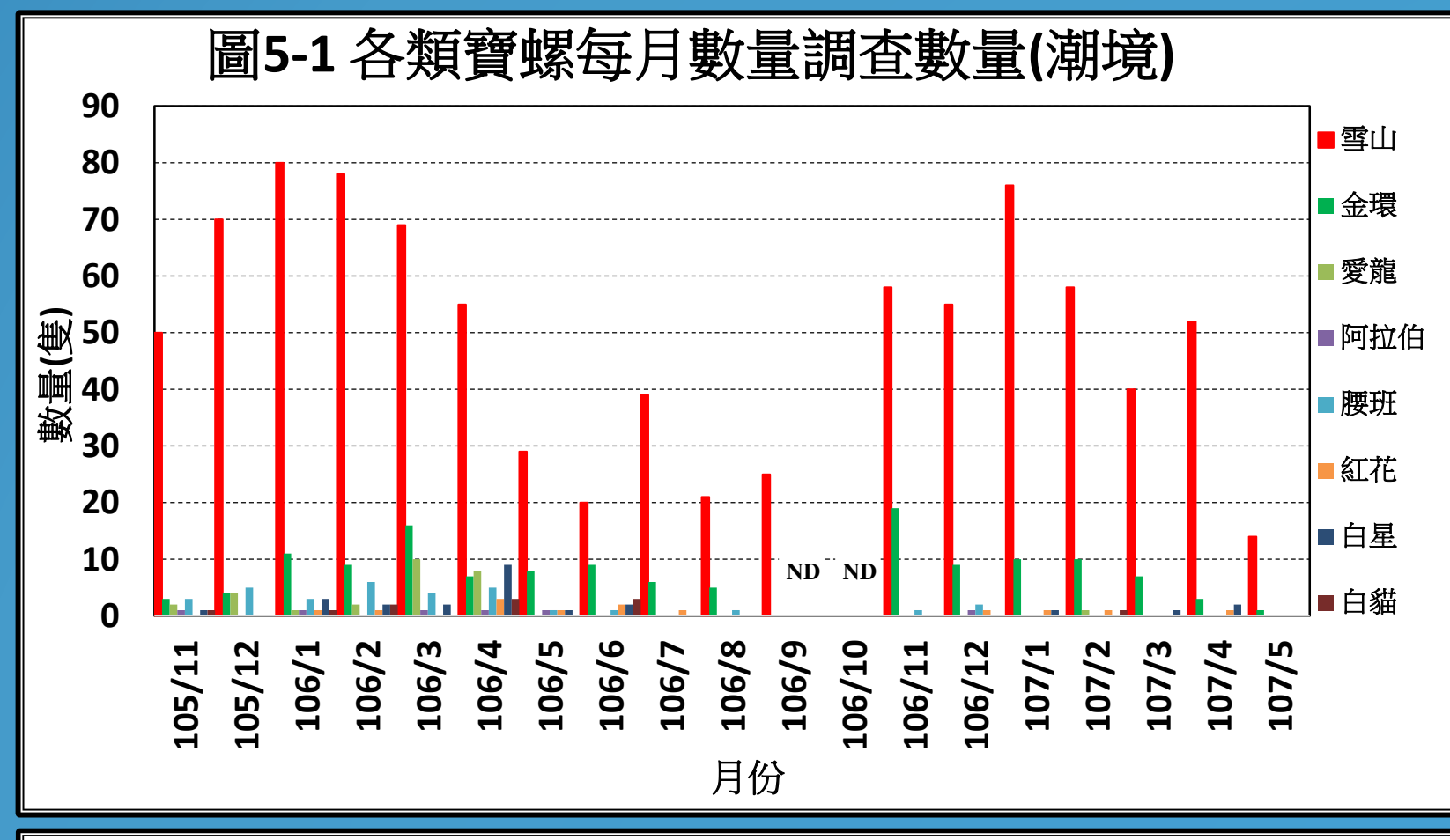
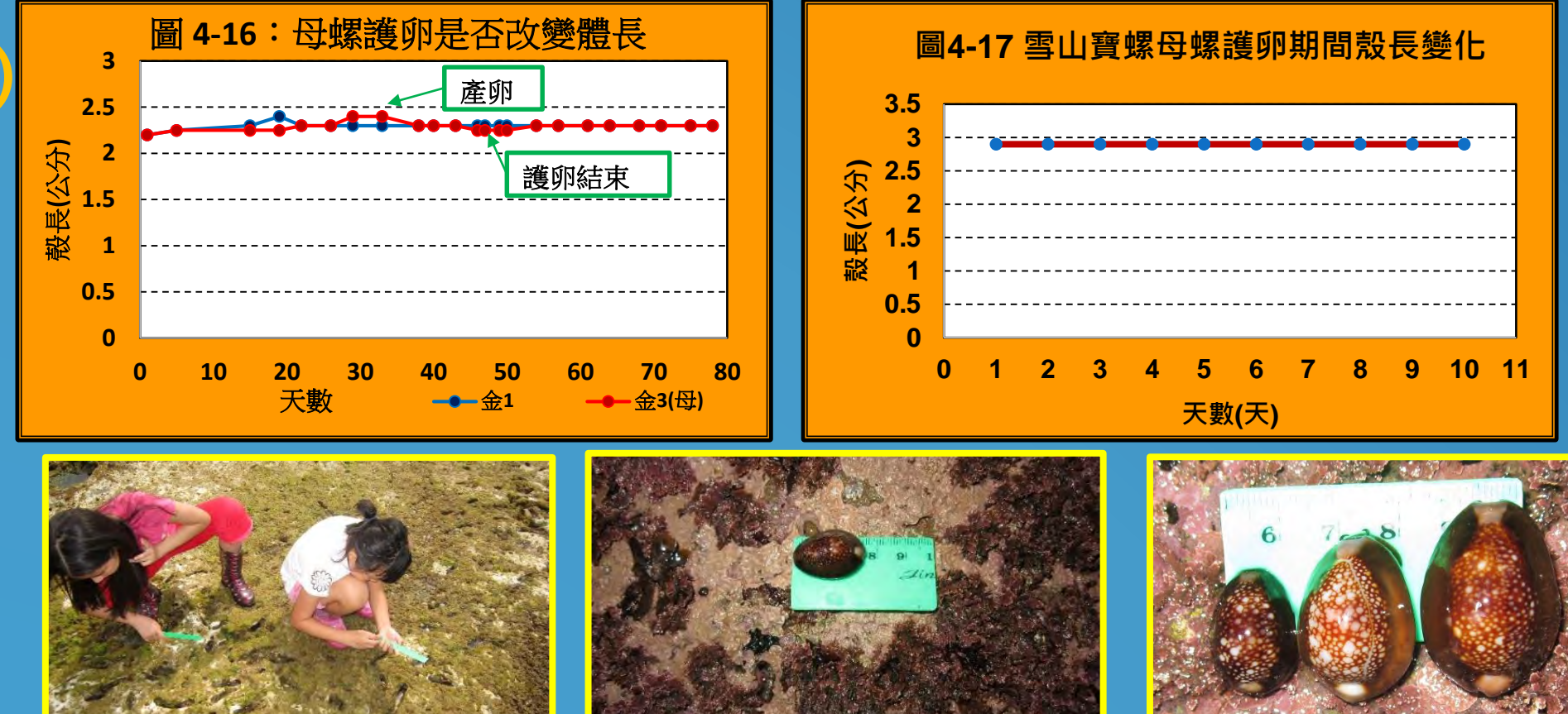


- (二) 結果1：1. 將近三個月的量測，大部分種類並沒有明顯成長(圖4-1~圖4-7)。 2. 不同季節飼養，雪山寶螺仍無明顯成長(圖4-8~12) 3. 刻意挑選小體型的雪山寶螺飼養，也沒有明顯成長(圖4-13)。 4. 改變食物飼養，仍無明顯成長(圖4-14)。 5. 原以為護卵難以進食的母螺，體長會有變化(金環，圖4-16)，但後來再仔細量測另一護卵母螺，並無明顯成長(雪山，圖4-17)。



研究五、想知道整年度雪山寶螺的出現狀況(潮境與蝙蝠洞)

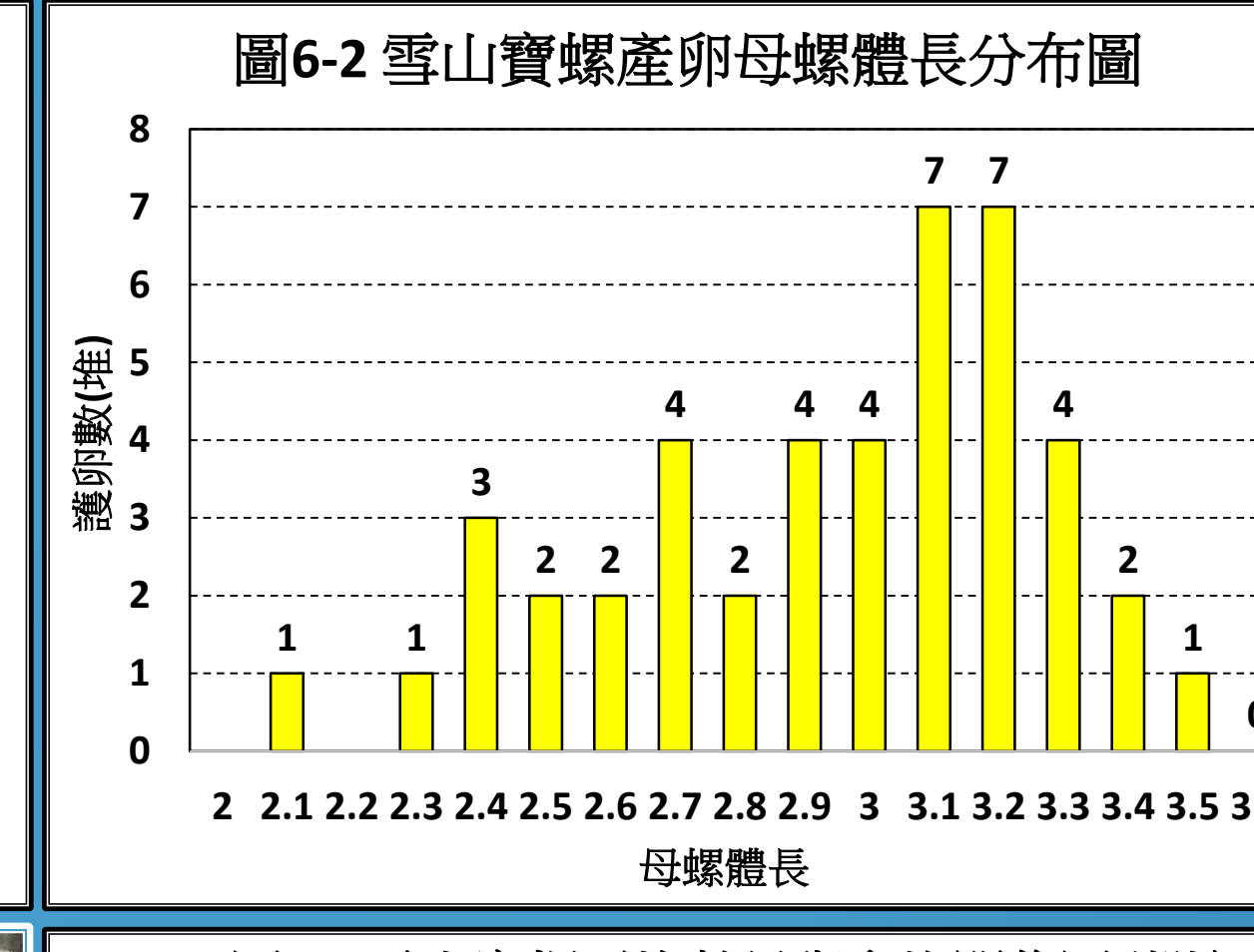
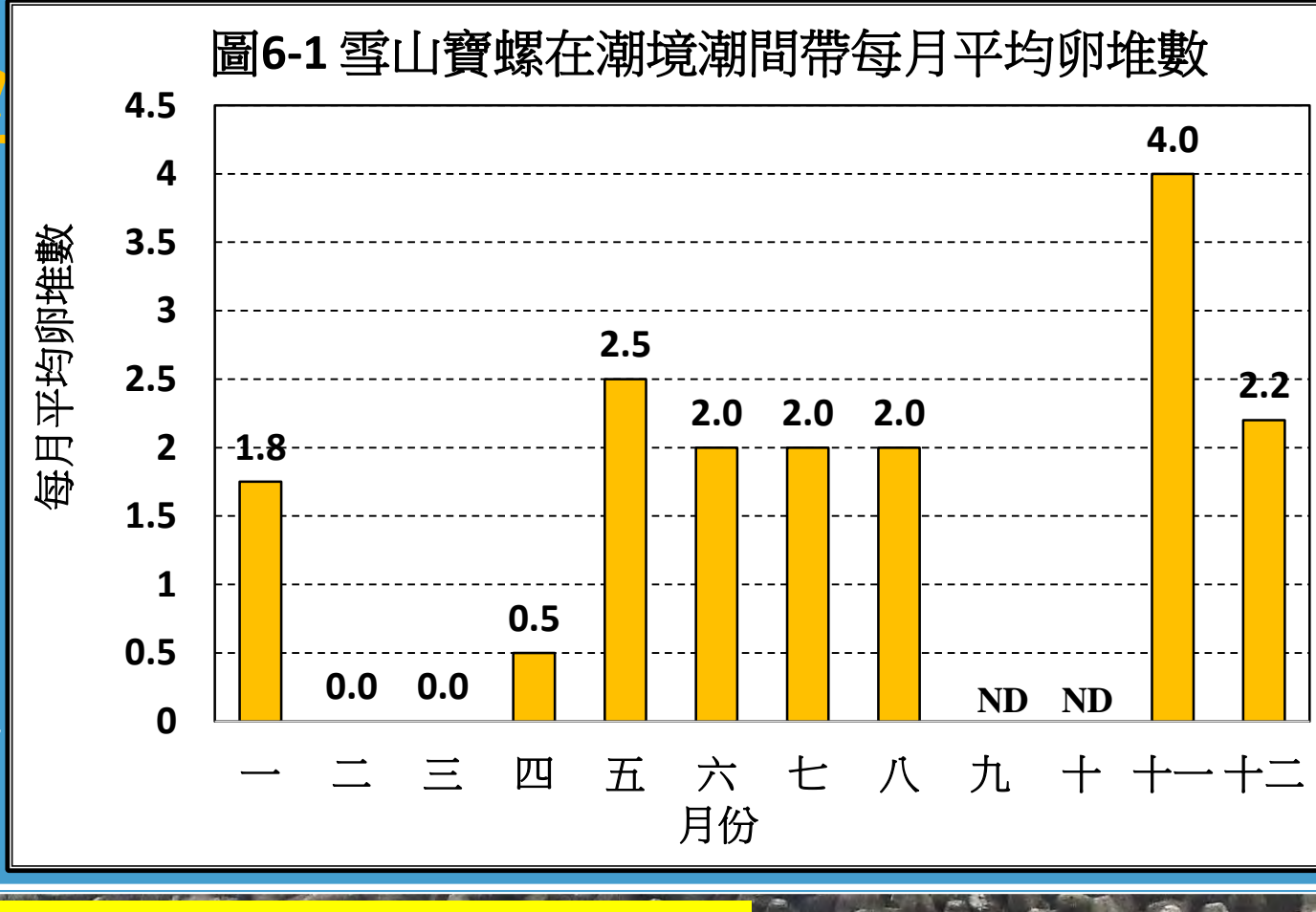
※動機：想知道牠們是否整年都會出現？或只是季節性的出現？
 (一) 方法1：1. 春夏季(白天)，現場記錄雪山寶螺數量，並用尺量殼長、記錄；秋冬季(深夜12點以後)，安全考量，僅有老師去，再請老師將每一隻寶螺放在尺上拍照，隔天我們再透過電腦處理。
 3. 每次的大退潮約有4-6天不等，我們在這幾天中選一天到潮境，一天到蝙蝠洞。
 (二) 結果：



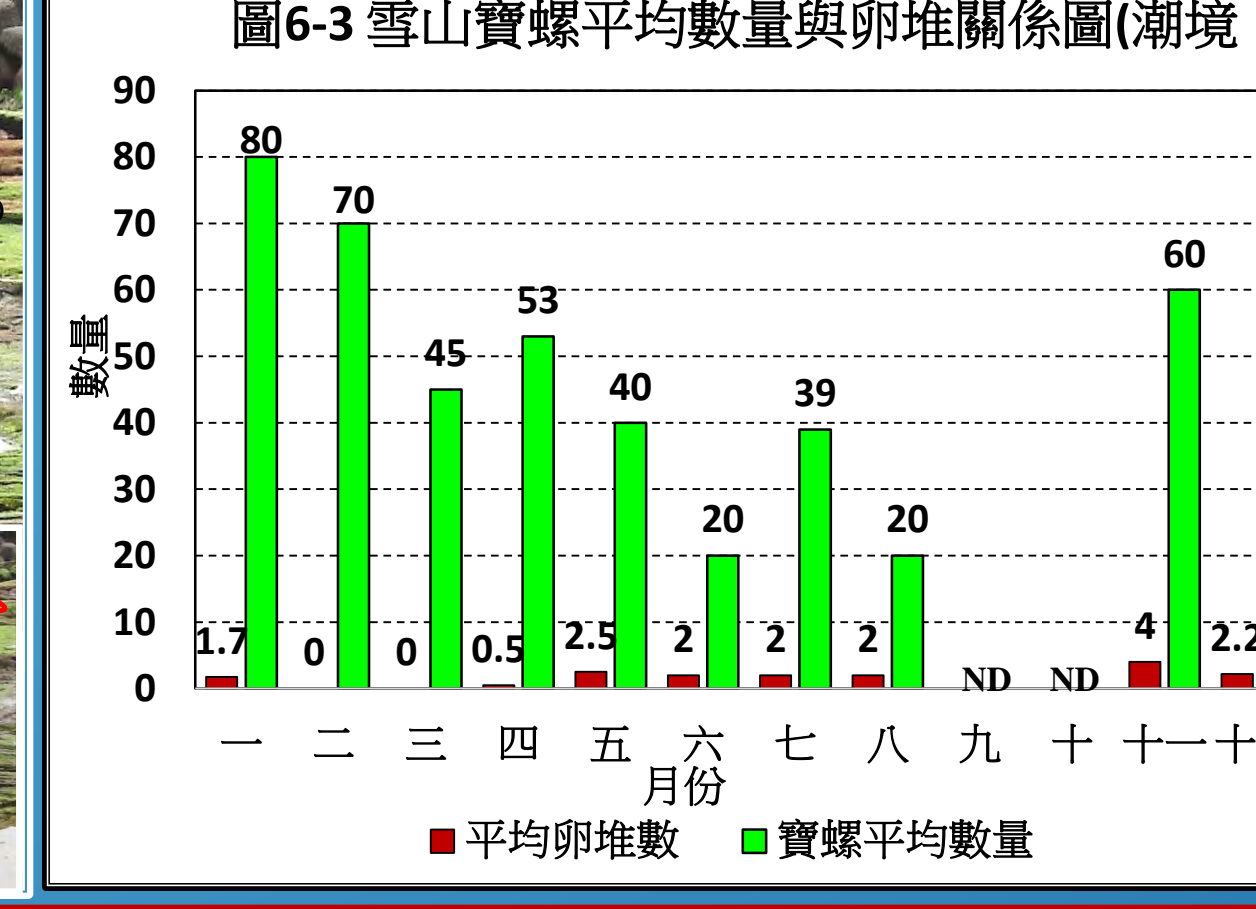
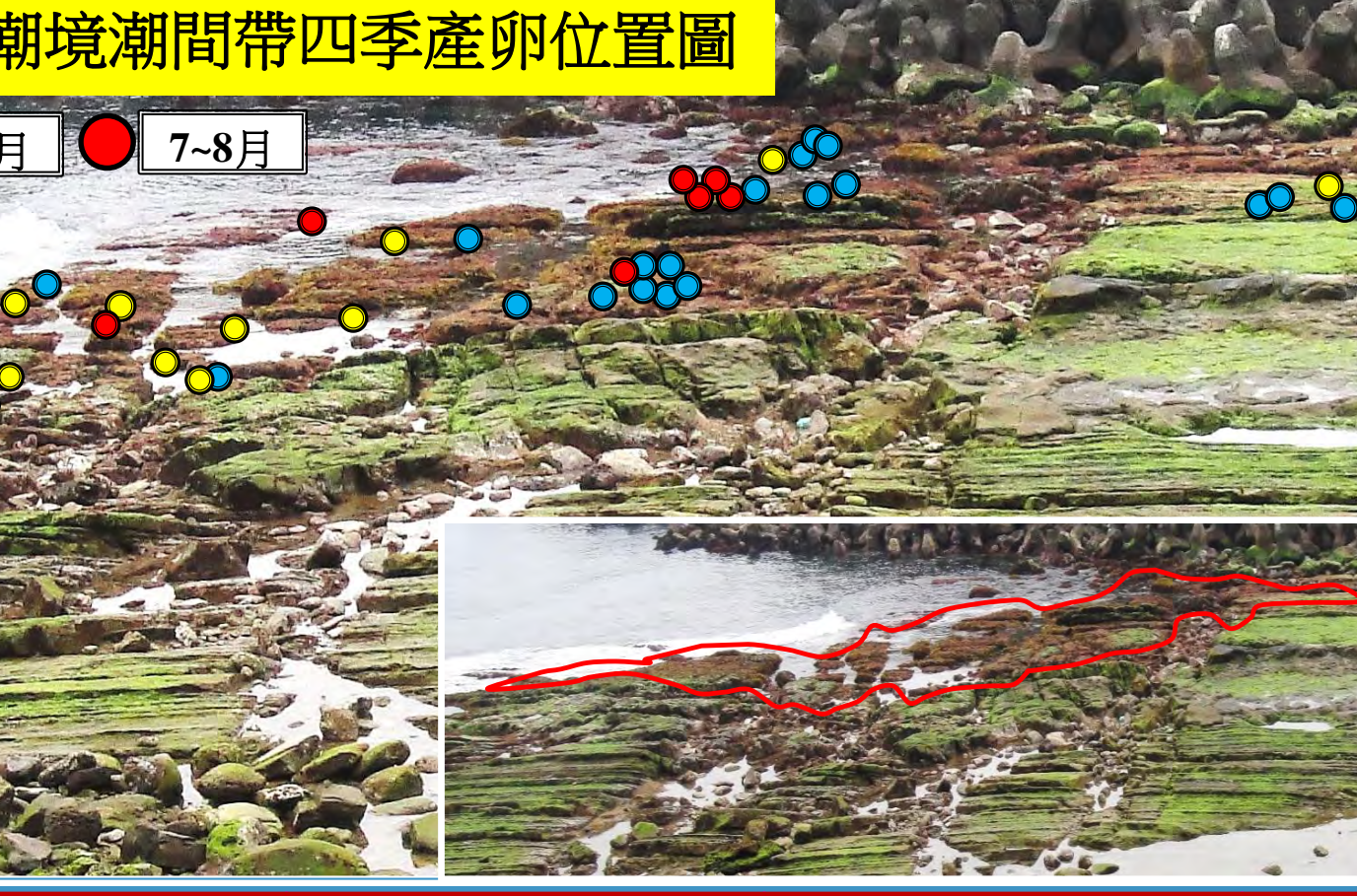
※ 疑問：如果雪山寶螺都在這區域棲息，那是不是也在這區域成長呢？為了確定這件事，我們在去年六月時(106/6)，便將野外記錄的樣本再分批記錄，我們以殼長作為分組依據，共有A(不到2cm)、B(2-2.5cm)、C(2.5-3cm)、D(3cm以上)四組。
 (三) 發現與討論：1. 從圖5-5、5-6可以，不管是潮境或蝙蝠洞，進到潮間帶的雪山寶螺都在2cm以上，而各個體長的數量比例變化其實並不大，也就是當總數增加時，小體型、大體型的也都會一起增加，這代表甚麼意思呢？也就是A體型並不會變成B-C-D，我們可以從另一個地方看出這現象，以潮境為例，從去年六月到今年五月將近一年，每次的調查都是D體型的最多，但蝙蝠洞卻不一樣，每次都是C體型的最多，那代表C體型的並沒有變成D體型，說明了牠們並不會再成長。
 2. 107/4/19的潮境跟107/4/20的蝙蝠洞，潮境數量是增加，但蝙蝠洞卻是減少，春天以後，大退潮在下午(冬天在下半夜)，蝙蝠洞海蝕平台地形，居民、遊客非常容易進入，寶螺被捕捉的機率很高，而劃歸保育區的潮境則無此問題，顯然保育收到了成效。

研究六、想了解雪山寶螺的繁殖狀況(母螺體長、產卵位置、產卵季節、孵化過程)？

※動機：多次的雪山寶螺飼養，只在錄影影片中，意外發現兩次交尾，但從未在實驗室內有產卵行為，可是野外是可以發現卵的，是不是真的有季節性，我們希望透過長期野外調查，來探究牠們的繁殖狀況。
 (一) 方法1：1. 以潮境潮間帶做為實驗區域，利用每一次的調查，記錄護卵的數量、顏色、位置、以及母螺的體長。
 2. 將每次調查到的護卵位置標在地圖上。

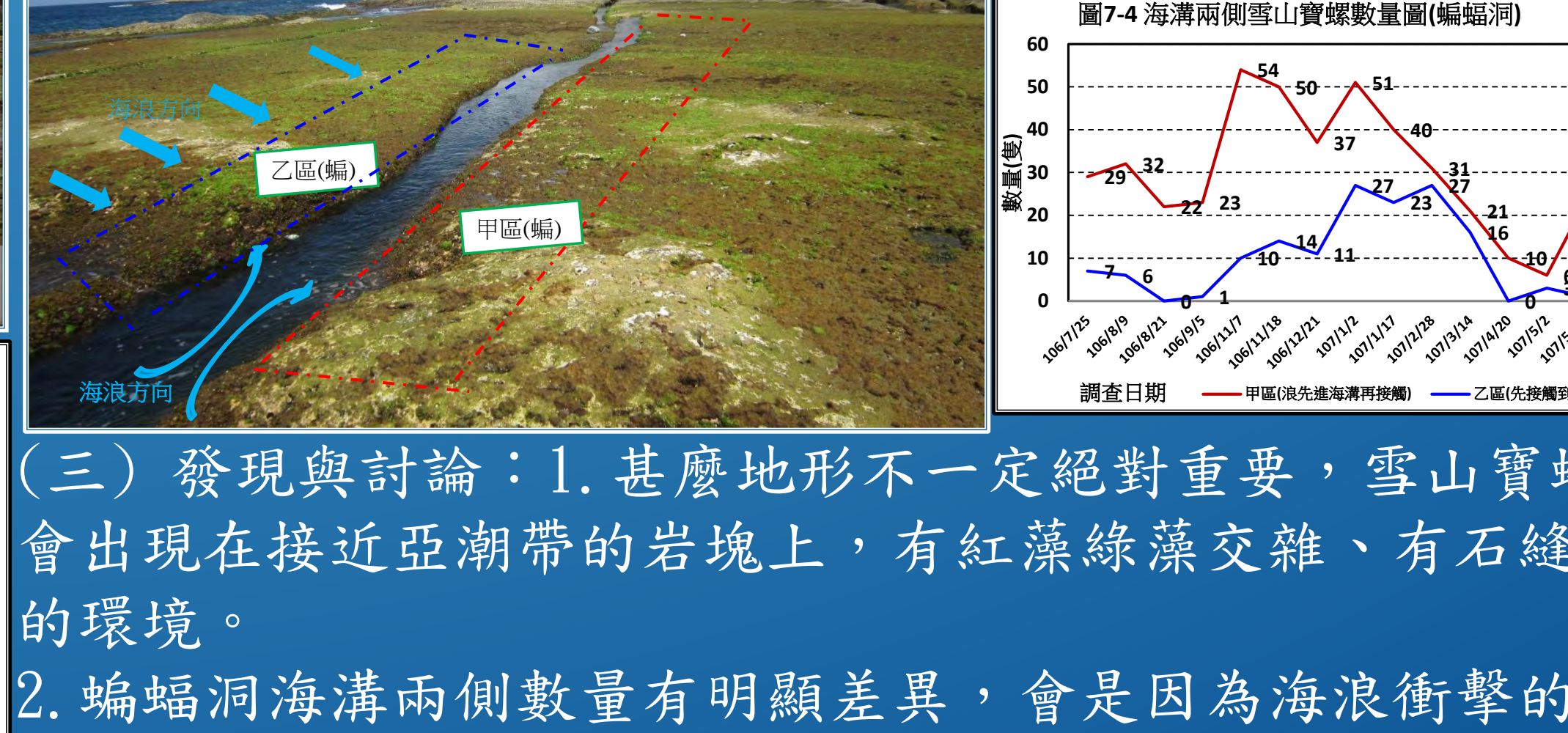
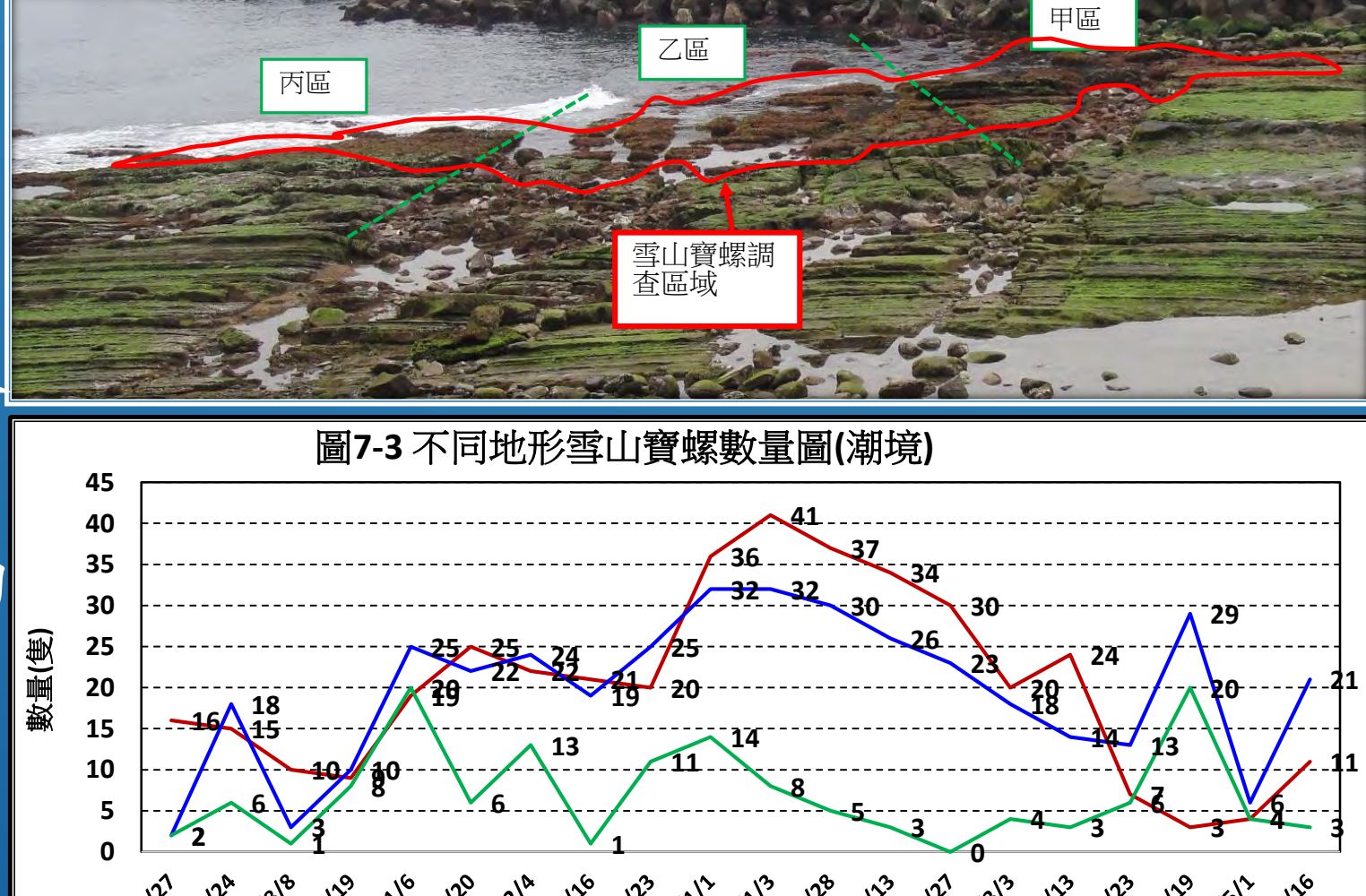


(三) 發現與討論：1. 雪山寶螺產卵行為，會陸續發生，而不是集中在某幾天，沒有同時產卵，以達分散風險，使牠們一直有新生命出現，不會因突發的災難而全部死亡。
 2. 牠們的繁殖過程(約兩週)：(1) 靠近；(2) 交尾(公的右前方伸出白色交尾器進入母的腹部)；(3) 產卵(母的找到隱密位置產下黃色卵塊)；(4) 護卵(母寶螺會趴在卵塊上，直到卵孵化)。



研究七、想知道不同環境地形對雪山寶螺棲息的影響？

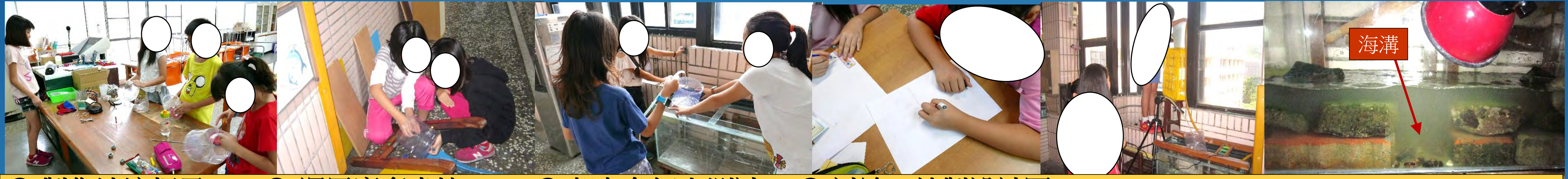
(一) 方法：1. 我們將潮境劃分為甲(高高地低的大岩塊)、乙(潮池與岩塊)、丙(地勢較高的平台岩塊)，長期調查。
 2. 蝙蝠洞則以海溝兩側為調查重點。



(三) 發現與討論：1. 甚麼地形不一定絕對重要，雪山寶螺會出現在接近亞潮帶的岩塊上，有紅藻綠藻交雜、有石縫的環境。
 2. 蝙蝠洞海溝兩側數量有明顯差異，會是因為海浪衝擊的關係嗎？

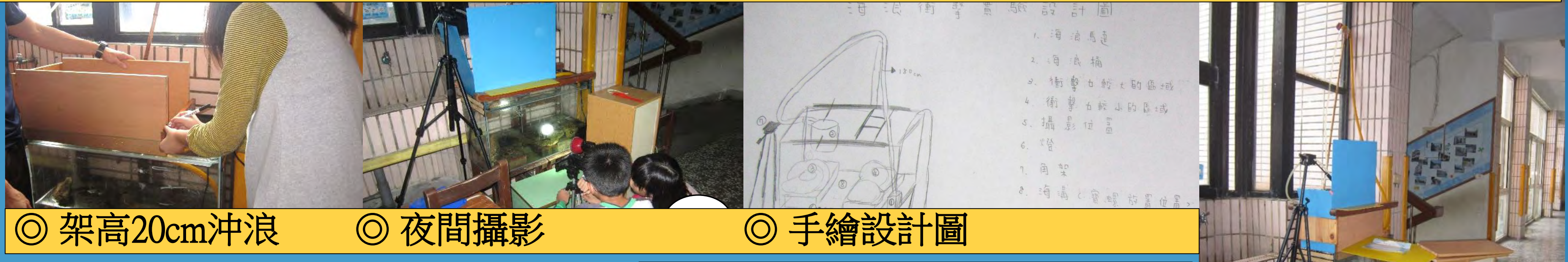
研究八、想知道海浪衝擊對雪山寶螺棲息區域的影響？

※動機：因為蝙蝠洞海溝兩側的雪山寶螺數量明顯不同，是否海浪衝擊真的對雪山寶螺棲息造成影響？
 (一) 方法與過程：◎步驟一：設法製造可自動重覆產生的浪 ◎步驟二：怎樣的桶子較適合 ◎步驟三：注水位置測試
 ◎步驟四：抽水馬達注水太強 ◎步驟五：魚缸內擺設 ◎步驟六：加大海浪衝擊力

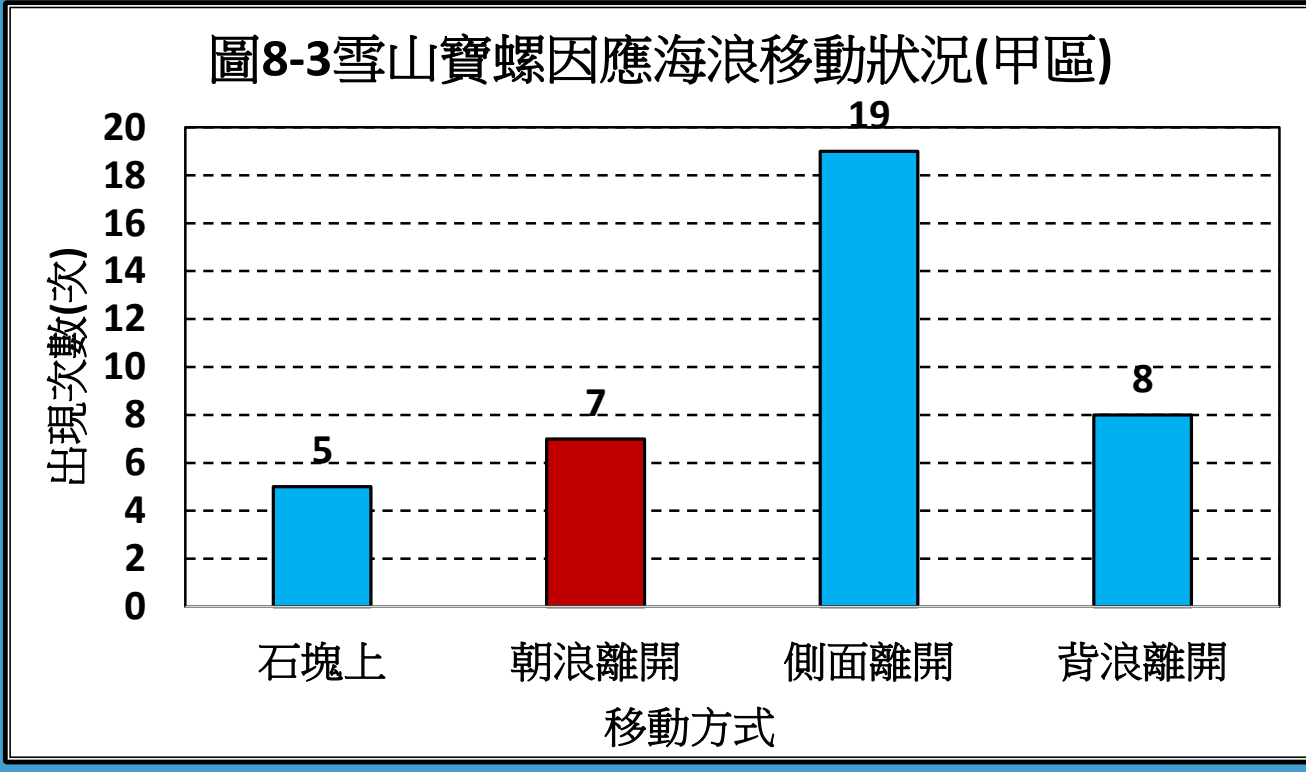
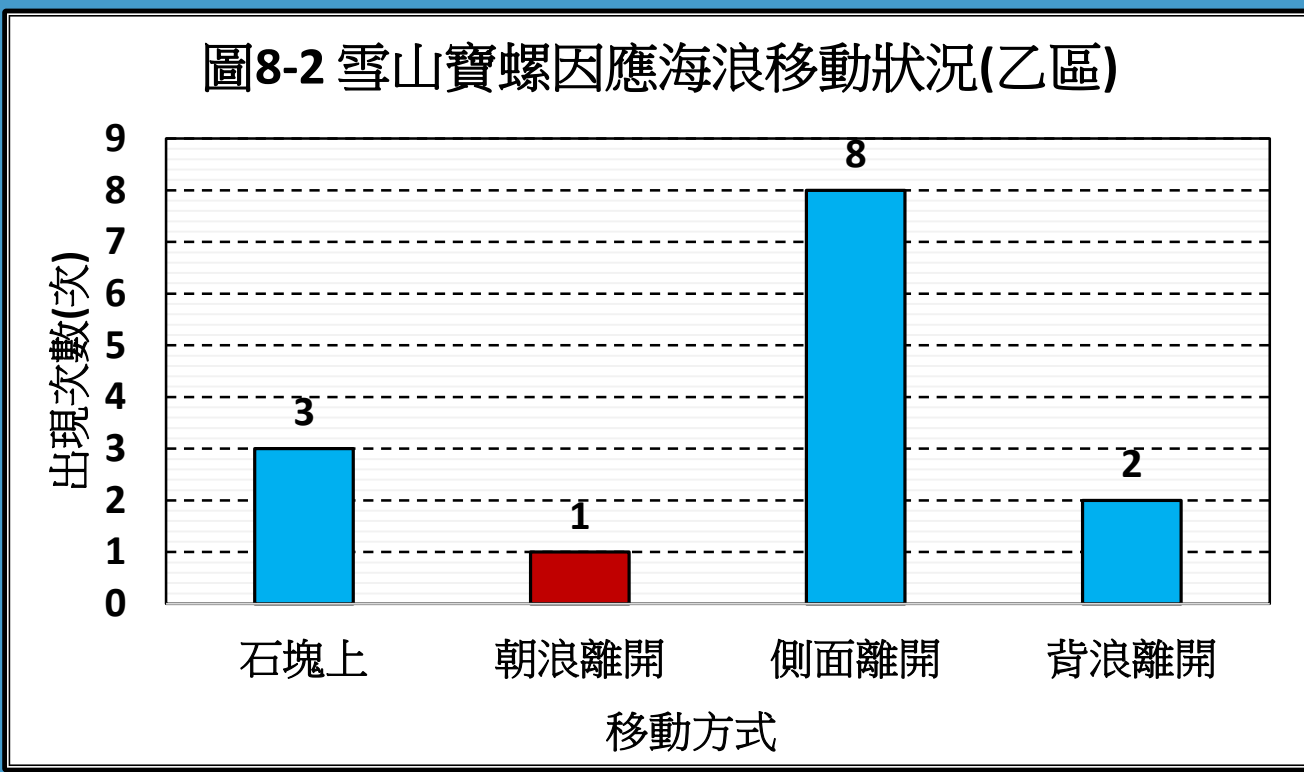
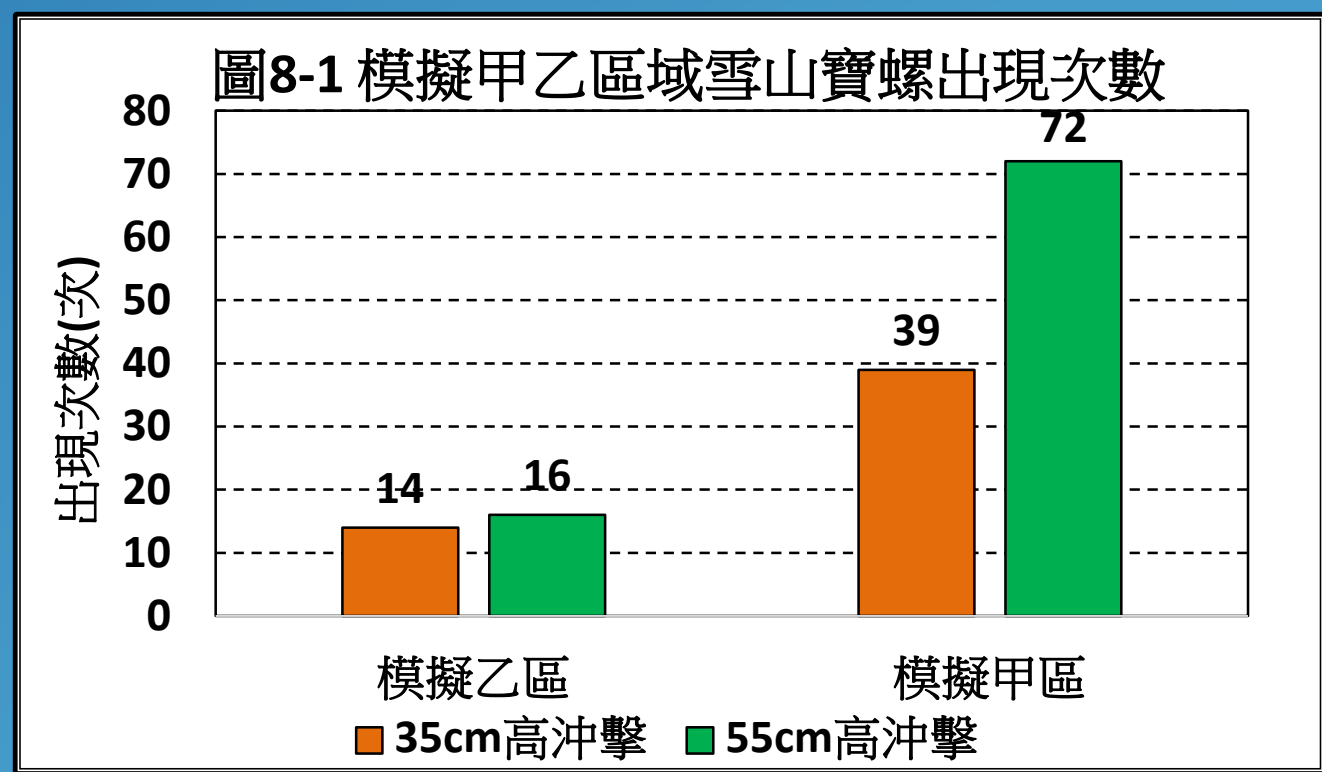


◎製作沖浪桶子 ◎運用廢棄桌椅 ◎架在魚缸上測試 ◎討論、繪製設計圖 ◎組裝測試 ◎魚缸內布置

(三)發現與討論：1. 離浪較遠的甲區數量，比先接觸浪的乙區要多很多。(圖8-1)
 2. 甲區還有7次是朝著浪的方向離開岩塊，受浪的影響似乎就沒有那麼大。(圖8-2、8-3)



◎架高20cm沖浪 ◎夜間攝影 ◎手繪設計圖



◎整組海浪衝擊裝置

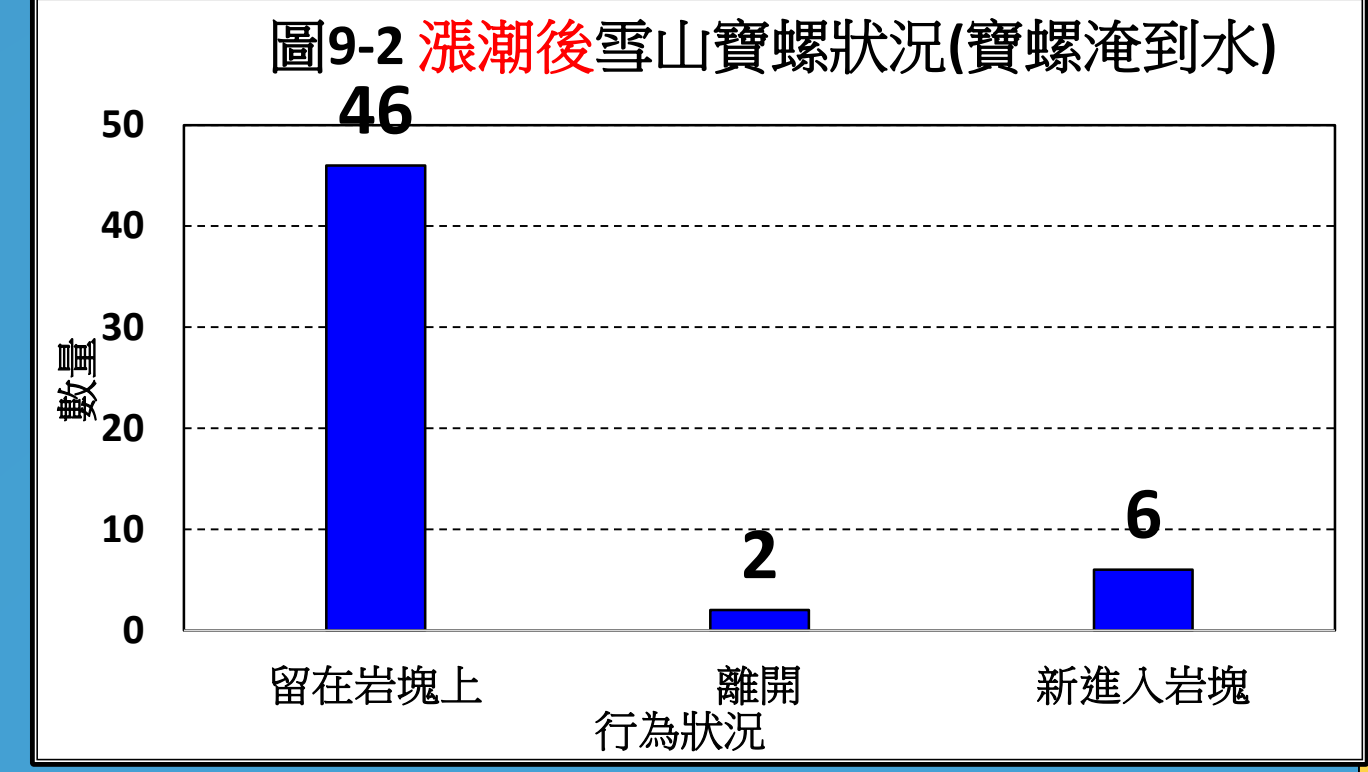
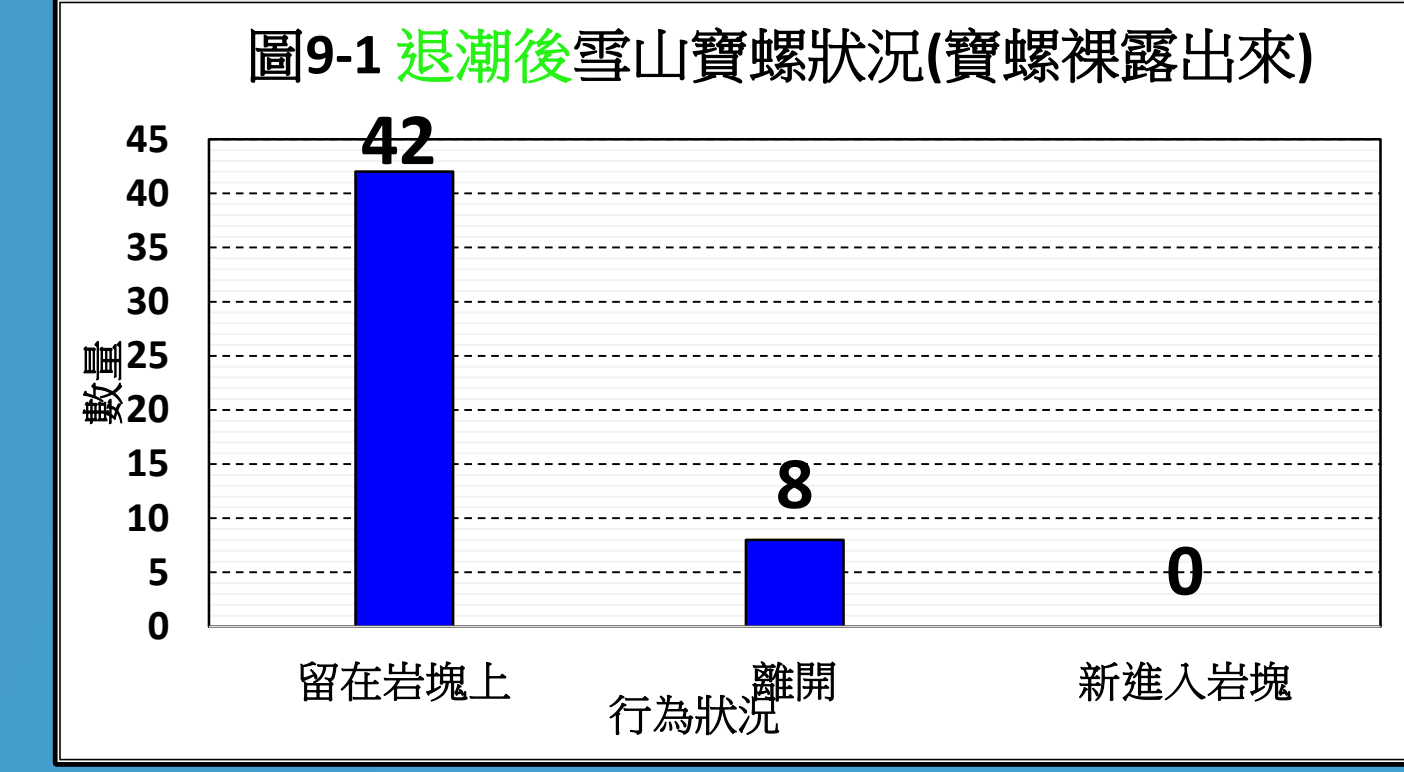
3. 藻類較多的區域，雪山寶螺是可能一整晚停留在岩塊上的。

研究九、想知道漲退潮對雪山寶螺活動的影響？

(一)方法：1. 馬達抽水模擬漲退潮(測試讓進行時間可以延長至30分鐘)
 2. 搭配海浪衝擊同時進行 3. 模擬夜間進行 4. 裝置實驗魚缸

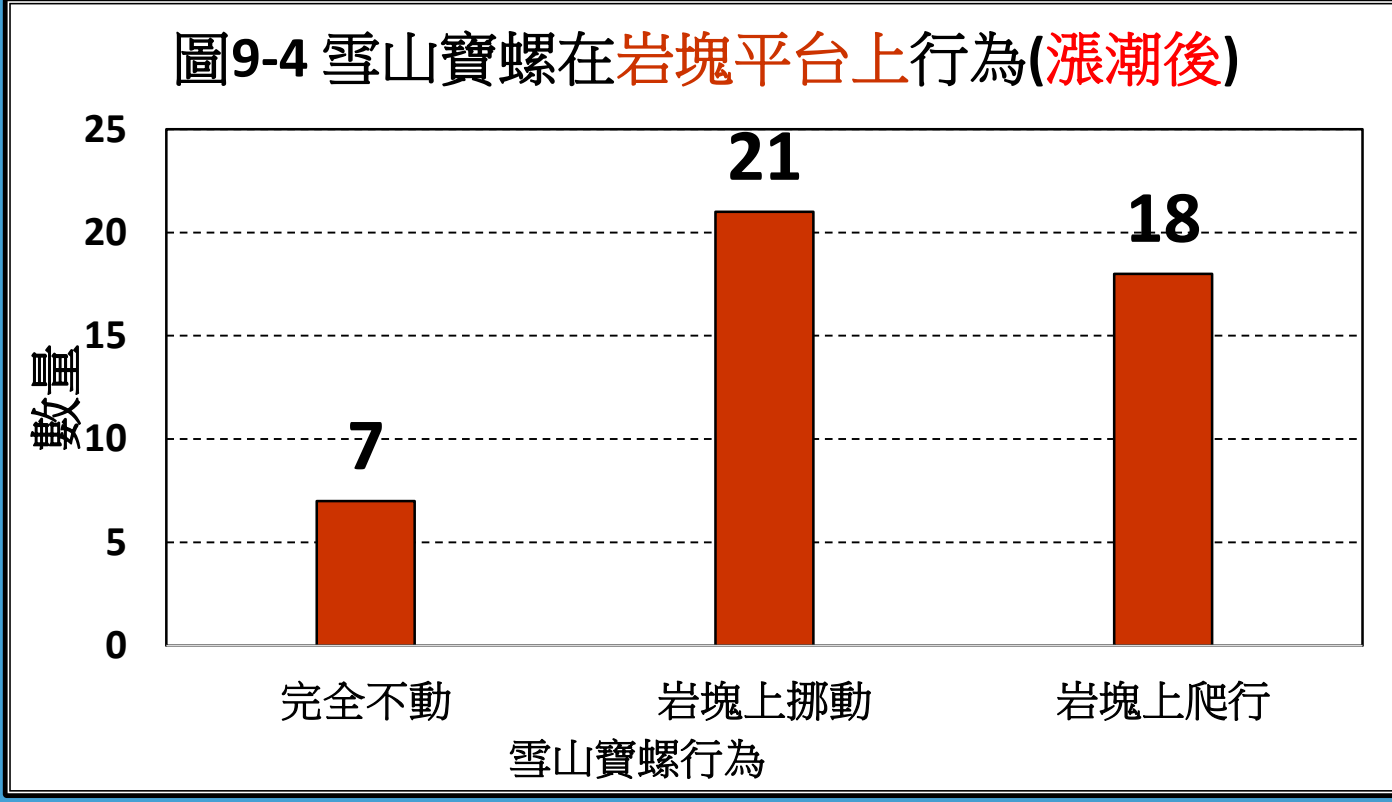
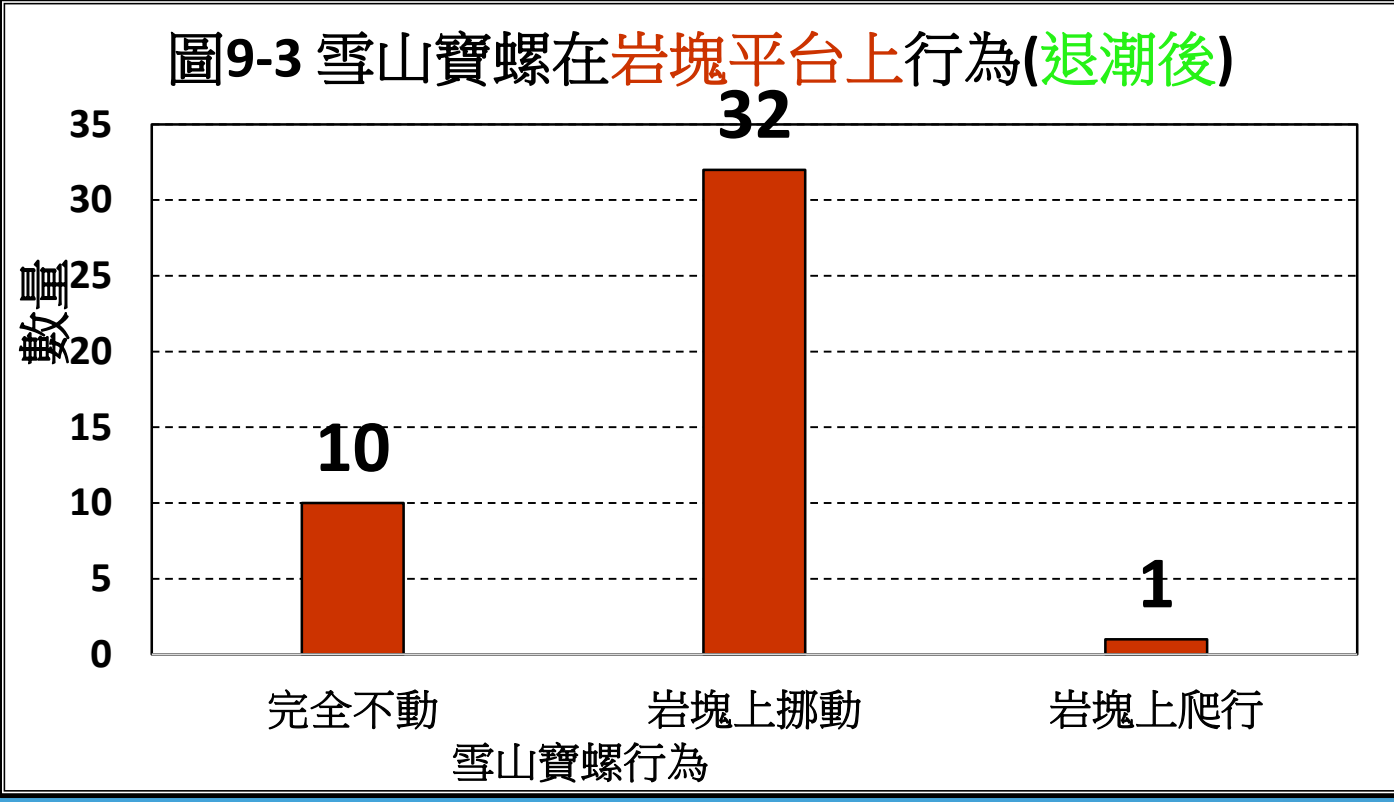


◎兩個大魚缸 ◎量測退潮馬達水位 ◎白天測試定時器



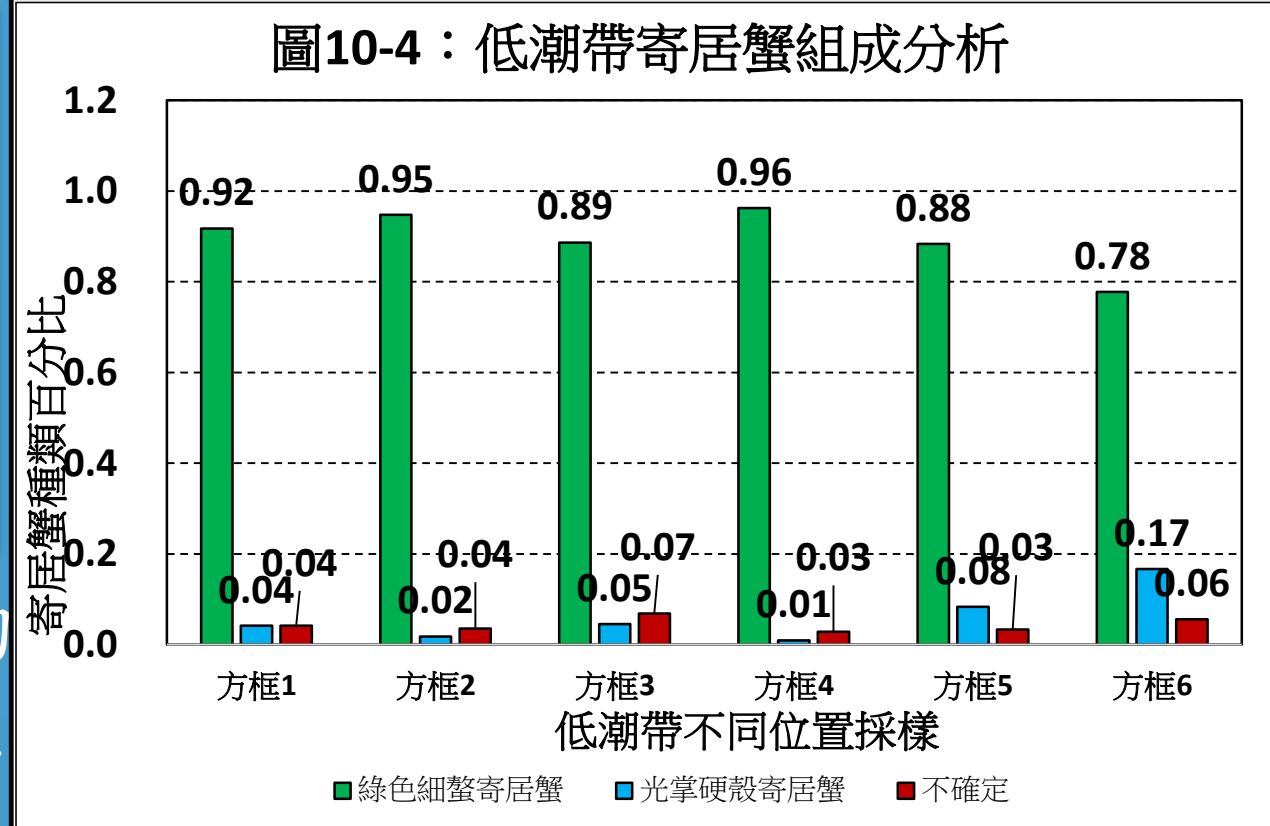
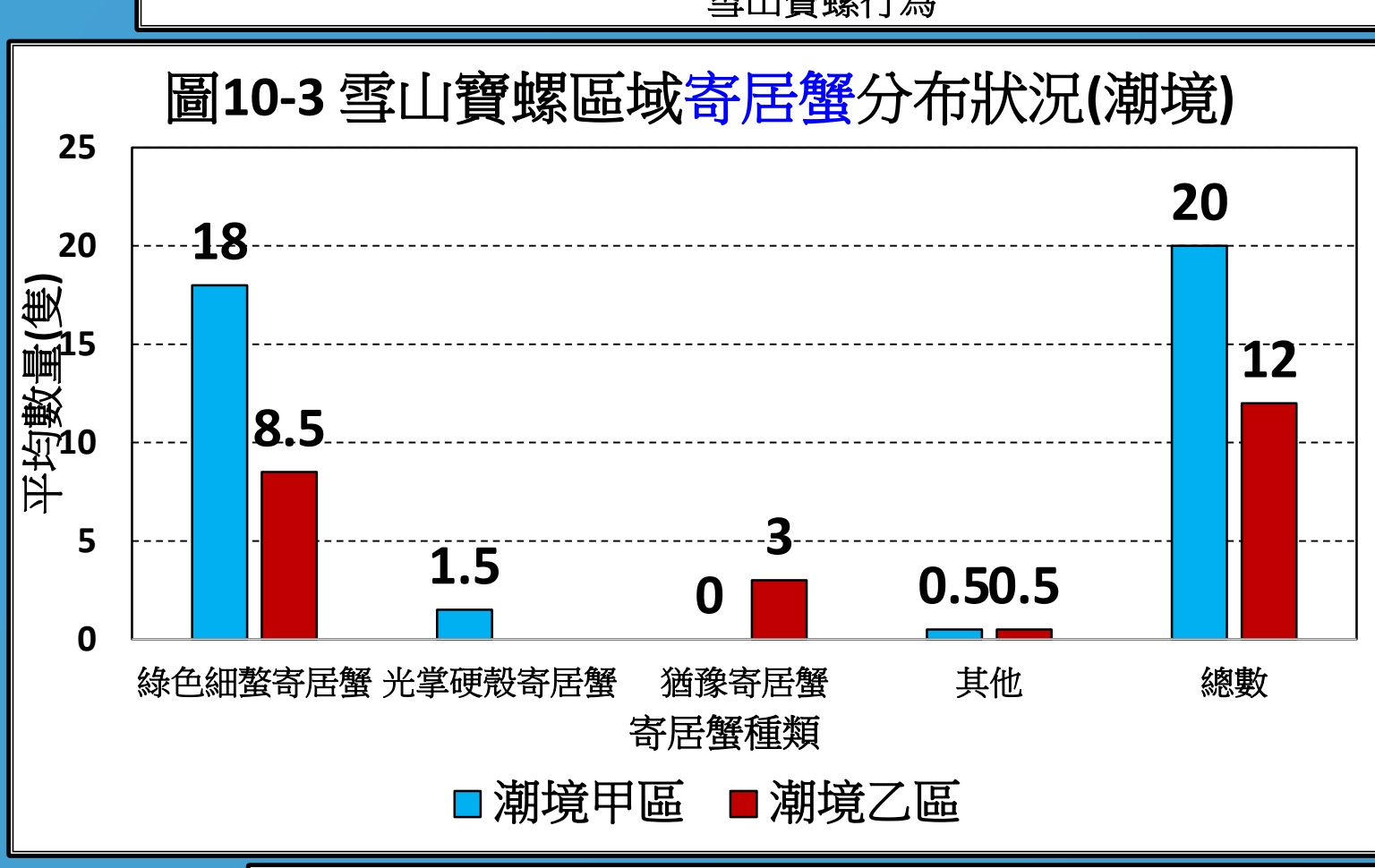
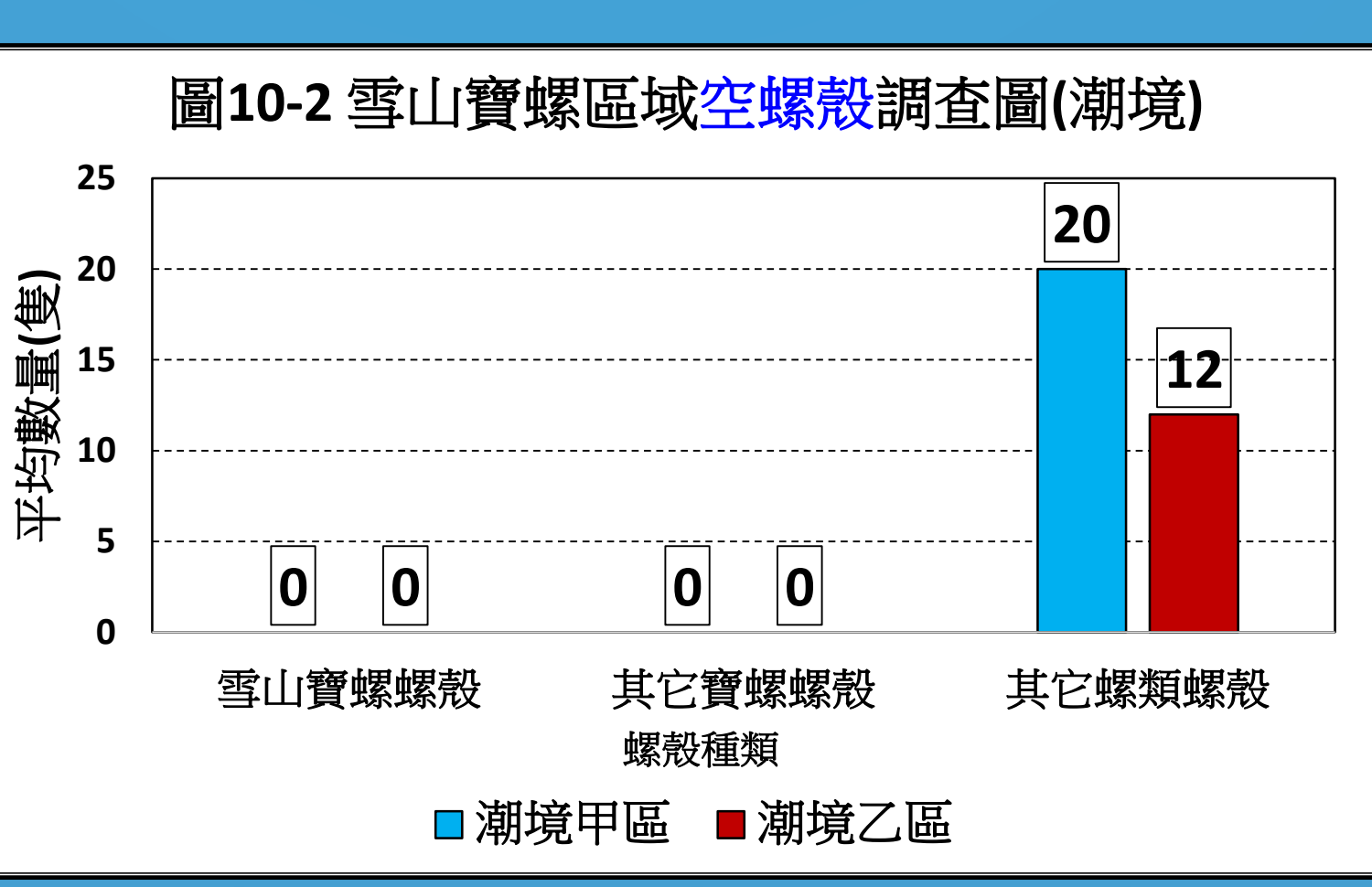
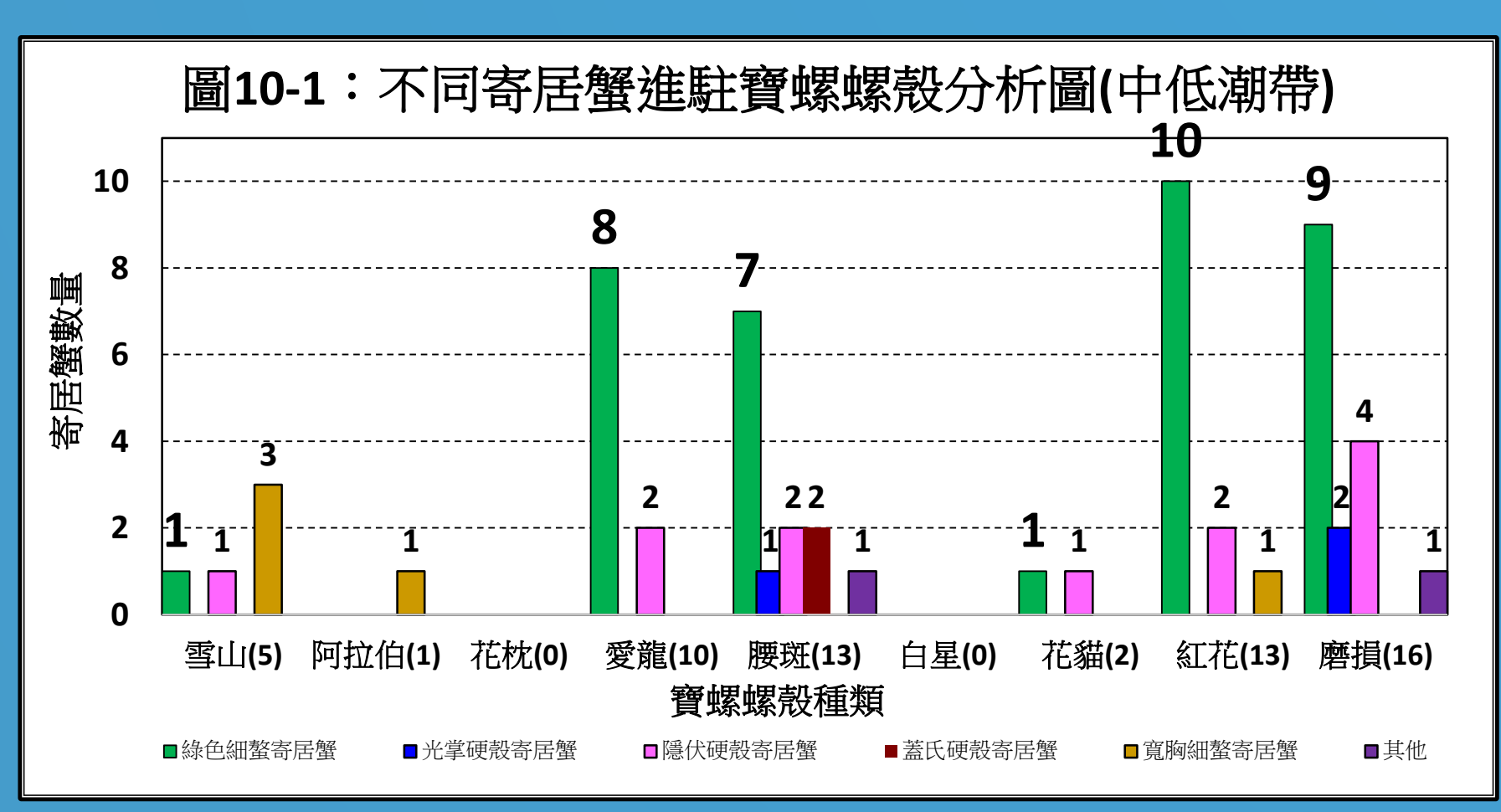
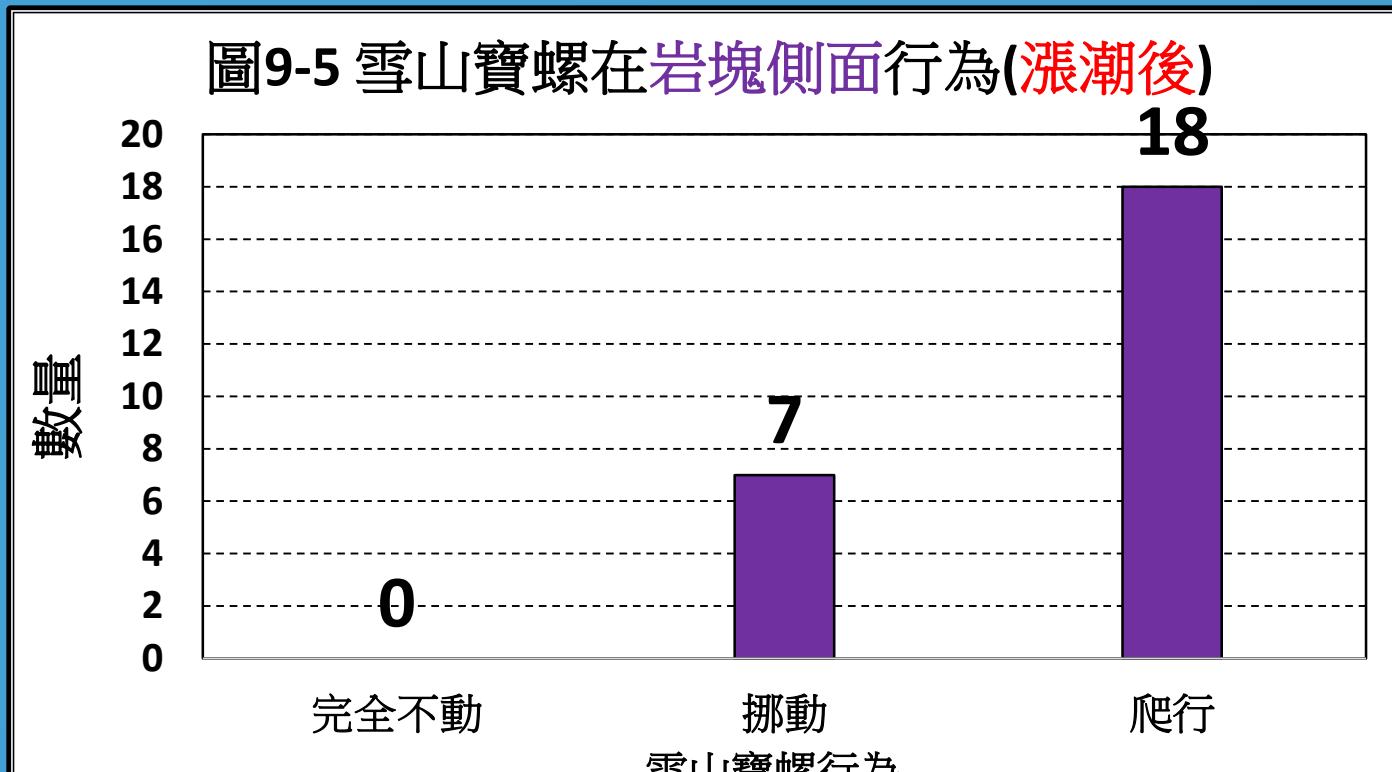
◎30秒一次的海浪衝擊 ◎漲潮時寶螺狀況 ◎退潮時寶螺狀況

(三)發現與討論：1. 雪山寶螺不管在退潮或是漲潮後，牠們繼續留在岩塊上的比例都是最高的，這應該跟岩塊表面充足的食物有關，退潮後離開的8隻都是靠近邊緣的，牠們有機會往下方有水的地方移動，而且到有水的地方就不再明顯移動，如果不確定哪個方向，似乎就不會離開，**難怪我們在大退潮時，可以見到不少雪山寶螺裸露在岩塊上。**(圖9-1、9-2)
 2. 雪山寶螺在有食物的狀態下(平台上)，其實漲退潮對牠們並沒有太大影響，大部分會待在平台上，但如果食物不充足(側面岩塊、玻璃壁)，一旦水淹上來，牠們就會有很明顯的爬行動作，**由此可見，食物的充足與否，會決定牠們要不要爬離開。**



研究十、想知道雪山寶螺與寄居蟹的關係？

※動機：這麼多的雪山寶螺，但卻很少看到以雪山寶螺為殼的寄居蟹，為何會如此呢？
 (一)方法：1. 利用退潮時，到潮間帶儘可能地找尋每個寶螺螺殼，靜置在小池子內，等寄居蟹伸出腳來時，便拍下照片，再利用圖鑑比對寄居蟹種類。2. 利用大退潮，以50cm*50cm方框隨機在雪山寶螺出沒的區域取樣，記錄寶螺螺殼及寄居蟹種類。3. 用方框在低潮帶隨機取樣，取樣六次，辨識是哪種寄居蟹，再計算各種類數量。



(三)發現與討論：1. 隨機抽樣的寄居蟹，發現有寶螺的機率很低，活體穩定可以出現50隻以上的雪山，其實牠們的空殼都很少，這應該跟牠們棲息區域較靠海，又常裸露，一旦死亡，很可能就被海水沖走，而紅花、腰斑、愛龍這些棲息在潮池的種類，在潮池內被沖走的機率便較低。
 2. 為了更了解雪山寶螺空殼的狀況，我們也分別在雪山棲息區域的甲區、乙區調查空殼狀況，**我們發現不論甲區或乙區，50*50方框取樣的空殼，沒有一個是雪山寶螺，連其它種類的寶螺都沒有(圖10-2)**，而且較靠海的乙區，寄居蟹的數量似乎有減少趨勢。
 3. 分析雪山寶螺區域寄居蟹的組成，雖然還是以綠色細螯寄居蟹居多(圖10-3)，不過靠海的乙區出現了猶豫寄居蟹，這種類並沒有在之前調查的中低潮帶出現過(圖10-1)，顯然寄居蟹種類也隨著與海的距離而有所差異。
 4. 這個潮間帶中，綠色細螯寄居蟹是最大族群，難怪找到的空殼，大部分都是被綠色細螯寄居蟹寄住，並不是因為綠色細螯寄居蟹比較會進駐寶螺螺殼(圖10-4)。
 5. 值得注意的是，有一種寬胸細螯寄居蟹，特別鍾愛像寶螺細扁開口的空殼，目前採集到的寬胸細螯寄居蟹，百分之百寄居在寶螺或芋螺細口型的空殼，也就是寶螺空殼對特定種類寄居蟹是非常重要的，不應將牠們帶離潮間帶。

伍、結論

- 潮境潮間帶共可發現10種寶螺，以雪山寶螺數量最多、也最穩定，主要棲息在低潮帶與亞潮帶之間的區域。
- 寶螺是夜行性生物，夜晚至少有2.5小時在移動，而白天也會有更換位置的情況。
- 寶螺的食性很雜，且每種寶螺食性不太一樣，除了藻類也會進食海綿等動物，雪山寶螺則以紅藻較喜愛。
- 進到潮間帶的雪山寶螺大多已達成熟狀態，不再成長，大約可存活2-3個月。
- 雪山寶螺數量穩定，幾乎一整年都可以見到，不過冬季數量較多。
- 雪山寶螺不會同時產卵，而是一年四季陸續產卵，產卵完母螺會有護卵行為。
- 雪山寶螺只要是紅綠藻交接處、有石縫、接近亞潮帶的區域都可能出現，不一定要是海蝕平台。
- 雪山寶螺會因為海浪衝擊而選擇衝擊力較弱的位置棲息。
- 藻類充足情況下，雪山寶螺並不會因漲退潮而離開棲息位置，因此大退潮時會裸露。
- 死後的雪山寶螺螺殼是會被寄居蟹利用，特別是寬胸細螯寄居蟹，但多數都沒有留在潮間帶。
- 劃歸保育的區域(潮境)，雪山寶螺數量起伏較小，有助於牠們穩定永續繁衍。

